

El modelo de difusión de T. Hägerstrand. Una aplicación a la ganadería del Pirineo Catalán

Antoni F. Tulla

Résumé/Abstract

L'analyse de l'agriculture moderne devrait se faire à partir du degré d'acceptation des innovations techniques qui lui permettent d'améliorer les rendements. Le processus de mutation dans les activités agraires est le facteur le plus caractéristique dans la spécialisation économique d'un espace rural.

L'innovation implique presque toujours un investissement important de capital, l'acceptation de nouvelles cultures et nouvelles races de bétail et, en même temps, l'apprentissage de nouvelles techniques. L'augmentation des rendements sera le résultat d'une productivité plus grande des facteurs de production, capital et travail, principe qui est également valable pour l'agriculture extensive et l'agriculture intensive.

Dans cet article on essaie de donner un aperçu mathématique du processus d'évolution des exploitations d'élevage de montagne qui a déjà été expliqué dans l'article «Une typologie des mutations agraires dans les régions de montagne», publié dans le numéro précédant de cette revue. Si l'article précédant était axé sur les typologies locales de cette évolution on se borne ici à l'analyse du processus de mutation spatiale des exploitations agraires commerciales pouvant être considérées innovatrices. Pour ce faire on a utilisé le modèle de diffusion de T. Hägerstrand qui nous a permis de prédire quelle sera l'importance des exploitations agraires commerciales jusqu'en 2015 ainsi que leur distribution spatiale.

Dans le cadre de la recherche on a délaissé les limites administratives traditionnelles et on a utilisé une maille carrée de 2,5 par 2,5 kilomètres de côté (soit 625 hectares) orientée selon le quadrillage Lambert de la cartographie militaire espagnole. L'information concernant la variable à expliquer -- volume de lait apporté par les exploitations commerciales en 1980 -- a été localisée sur chacun des carrés sur lesquels on a aussi localisé d'autres variables explicatives en rapport étroit avec la variable principale: évolution de la structure productive des exploitations, surfa-

ces irrigables et mécanisables susceptibles de devenir des prés et des cultures fourragères, accessibilité par rapport aux usines de transformation et un indicateur du milieu physique. L'élément résiduel serait expliqué par la distance entre les nouvelles et les anciennes exploitations commerciales. On formule l'hypothèse selon laquelle le contact innovateur pourrait expliquer la variable dépendante davantage que les variables indépendantes significatives.

Les résultats obtenus pour la période 1950-2015 ont été prouvés pour la période 1950-1980, ce qui permet de confirmer la validité du modèle utilisé dans cette recherche.

* * *

Modern agriculture should be analyzed according to the degree of acceptance of the technical innovations which permit it to increase its efficiency. The process of change in agrarian activities is the most frequently encountered element in economic specialization in rural areas.

Innovation almost inevitable involves considerable capital investment, the acceptance of new crops or varieties of these, and the learning of new methods and techniques. In synthesis, increased efficiency is the result of increased productivity of both production factors — capital and labour — and this principle is equally valid for both intensive and extensive agricultural practices.

This article offers a mathematical view-point of the evolutionary process in livestock farming in a mountainous area, already outlined in «Classification of agrarian change in mountainous areas» published in the previous number of this publication. That article was concerned with the local typologies of such evolution, whereas the present article analyzes the process of spatial evolution of the commercial agricultural enterprises which can be considered innovators. To do so, T. Hägersstrand's diffusion model was applied, thereby making it possible to predict the spatial distribution and varying importance of commercial agricultural enterprises up to until the year 2015.

For the purpose of this study, traditional administrative boundaries were replaced by a Lambert rectilinear 2.5 x 2.5 Km grid (625 hectares). The relevant information was noted in each square of the grid (a) for the variable — the volume of milk produced by commercial enterprises in 1980; and (b) for the four most significant explicative variables — potential for mechanized irrigation in pastures and forage-producing land; relative accessibility to processing plants; an indicator of the suitability of the physical environment; and the residual element of the regression analysis is accounted for by the distance between recently-established and long-standing commercial enterprises. This leads to the formulation of the hypothesis that contact with innovators

accounts for the dependent variable over and above the explanation offered by the significant independent variables.

The results obtained for the period 1950-2015 have been tested, with positive results, for the period 1950-1980. The validity of the model used in this subject of research study is therefore proven.

PRESENTACIÓN

La agricultura moderna debe analizarse a través de la aceptación de aquellas innovaciones técnicas que le permitan aumentar sus rendimientos. El proceso de cambio en la agricultura, sin ser el único elemento importante, se presenta como el más característico en el proceso de especialización económica del territorio rural. La innovación, casi siempre, implica una inversión de capital importante así como la aceptación y el aprendizaje de nuevos cultivos o métodos por parte del agricultor. En síntesis, el aumento de los rendimientos será el resultado de una mayor productividad, combinada, de los factores de producción capital y trabajo. Este principio es válido tanto para las agriculturas intensivas como extensivas.

En este trabajo expresaremos los resultados de la investigación realizada sobre la evolución agraria, de montaña, con una orientación lechera de su producción (TULLA, 1981). El ámbito de estudio comprende las comarcas de L'Alt Urgell (en el Estado español), La Cerdanya (a ambos lados de la frontera hispano-francesa), El Principat d'Andorra, y El Capcir (en el Estado francés). Nuestro periodo de investigación abarca de 1950 a 1980 por ser una etapa histórica de un claro cambio económico. En términos estadísticos, con una superficie de 3.200 km² y 75.000 habitantes (año 1981), se ha pasado de 3.100 explotaciones «productoras de leche» en 1950 hasta las 1.549 en 1980. Este proceso de concentración de las explotaciones debe contrastarse con el espectacular aumento de la producción de leche que en el año 1950 era algo superior a los 20 millones de litros de leche mientras que en 1980 sobrepasa los 71 millones.

La aplicación del modelo de difusión de T. Hägerstrand a este proceso de cambio agrario pretende demostrar, desde un enfoque estocástico, la hipótesis que ya validamos con el análisis de tipologías (TULLA, 1982). En este trabajo anterior nuestra hipótesis era que «las explotaciones agrarias, pequeñas productoras de mercancías, de especialización lechera, aparecían como un eje de desa-

rrollo equilibrado de la agricultura capitalista en las áreas rurales de montaña».

En el trabajo que aquí presentamos se profundiza en dicha afirmación al mostrar como cada tipo de explotación agraria se ajusta a un modelo matemático y a una representación gráfica determinada. Al mismo tiempo, y con la definición a priori de unas limitaciones, se puede predecir el proceso de difusión, en el territorio, de cada tipo de explotación, llegando a expresar una proyección temporal y espacial de las unidades productivas que hemos considerado como innovadoras.

En el planteamiento metodológico consideramos tres tipos de explotaciones agrarias: las de casi subsistencia (EAQS), las de producción mercantil o intermedias (PPM), y las explotaciones agrarias comerciales o innovadoras (EACs). Como es obvio, en un proceso dinámico, el límite que separa las PPM y las EACs varía al aumentar la productividad capital-trabajo y ser mayores las economías de escala que permita una competitividad en el mercado, de cada explotación agraria. En términos cuantitativos, para 1950 este límite podía establecerse en los 50.000 litros de leche comercializados por explotación, mientras que en 1980 se situaba alrededor de los 100.000 litros anuales.

Este proceso dinámico, aparte del cambio de límites, nos plantea que el tipo PPM agrupa un número elevado de subtipos tal como se demostrará matemáticamente. Por lo tanto, hay un proceso de transformación gradual de subtipos de PPM en EACs. A partir de esta constatación se han establecido unos límites promedio para el conjunto del periodo 1950-1980: el tipo de casi subsistencia hasta 25.000 litros de leche al año (unas 8-12 vacas); el tipo promedio de producción mercantil hasta 50.000 litros de leche (unas 15-25 vacas), y el tipo de producción comercial, por encima de este límite.

EL PROCESO DE DIFUSIÓN EN EL PIRINEO CATALÁN

En la área estudiada, con las limitaciones propias de una región de montaña, la generalización de explotaciones agrarias con unos niveles aceptables de rentabilidad ha permitido mantener un sector agrícola comercial. Este sector económico se fundamenta en la elaboración de productos lácteos, con un rápido aumento de su consumo en el periodo estudiado, permitiendo así una acumulación de capital suficiente para el cambio. Así mismo, la existencia de industrias transformadoras en estas comarcas ha hecho posible que la manipulación de esta materia prima contribuyera en beneficio de la propia área productora.

Desde una perspectiva global, podríamos afirmar que el proceso de evolución se inició a principios del siglo XX con la introducción de la vaca mixta (leche y

carne) o solamente lechera (frisona holandesa, aquí más conocida como santanderina). Hasta este momento, cada casa de payés disponía de una o dos vacas para el consumo familiar, la venta del ternero o, simplemente, el trabajo en el campo. El proceso de difusión de la vaca lechera se extiende, a partir de la creación de la Cooperativa lechera del Cadí en 1915 (GRUP D'ESTUDIS DE L'ALT URGELL, 1977), por los pueblos cercanos a La Seu d'Urgell. La década 1920-1929 corresponde al momento de cambio entre una agricultura de base cerealista y ganadería de lana, y una ganadería vacuna de especialización lechera.

Se podría afirmar que el proceso de generalización llega al máximo número de aportantes, alrededor del año 1960, con 3.113 para el conjunto del área estudiada como puede verse en la tabla VI. En 1980, y según los pueblos, entre 8 y 9 de cada 10 casas de payés venden la leche a las fábricas, que la transforman y comercializan. Al mismo tiempo, el porcentaje de leche comercializada es cada vez mayor, ya que con las excepciones de La Cerdanya francesa, El Capcir y Andorra, se abandona el engorde sistemático de terneros. Esta es una decisión básica ya que significa disponer de todos los recursos de la explotación agraria para la producción lechera. Durante el periodo 1950-1960 se da un cambio cualitativo como resultado de las mejoras en la productividad combinada capital-trabajo que revierte en una mayor especialización.

Después de la autarquía económica de los años cincuenta (TAYÀ, 1972), se inicia un periodo de fuerte industrialización, con una demanda creciente de productos alimenticios. Por esta razón, queda claro que ya no es suficiente subsistir ya que es necesario producir cantidades importantes y a precios competitivos. A muchos payeses, a nivel de casi subsistencia, o de producción mercantil, se les ofrece una doble posibilidad: emigrar a la ciudad, ya que el coste de oportunidad con las nuevas ofertas de trabajo mejor remuneradas es elevado, o modernizar la propia explotación, comprometiendo en este caso un volumen de capital más difícil de abandonar en el futuro. El resultado, sin embargo, es una rápida desaparición de explotaciones agrarias aunque también significa una primera etapa en la difusión de las explotaciones innovadoras, productoras de leche.

En el año 1950 solamente se podían señalar cuatro explotaciones comerciales: dos cerca de La Seu d'Urgell (Hostalets de Tost y Montferrer) y dos más cerca de Puigcerdà (Soriguerola y Llívia). En el año 1960 eran 18; en 1970, 89; en el momento actual, 484, y en la proyección hasta el año 2000 se llega a 647 (ver tabla VI).

Las cuatro explotaciones agrarias comerciales del año 1950 aportaban sólo 80.000 litros anuales de promedio. Eran significativas por la tendencia al cambio, pero no por su valor cuantitativo, un 1,3 % del total aportado. Estas explotaciones superaron el límite de las 20-25 vacas de leche, que durante muchos

años fue el símbolo de la gran *masada* cerdana. Se consolida el retroceso del policultivo comercial (ovejas, leche, trigo y patatas) en beneficio de una especialización lechera; y la confluencia de los factores tierra, trabajo y capital en este único fin darán como resultado este aumento espectacular de la producción de leche (ver tabla VI).

El análisis de la difusión cualitativa de una estructura comercial agraria aparece como el objetivo principal de esta investigación. Sin embargo, no sólo se estudiará la evolución espacial de nuevas granjas comerciales sino que se construirá un modelo matemático que permita una predicción de la evolución futura de esta actividad. Antes de entrar en materia creemos conveniente introducir, en términos generales, el modelo de difusión.

EL MODELO DE DIFUSIÓN COMO MÉTODO

Los estudios de Hägerstrand representan un avance en la investigación de los fenómenos de difusión. Su principal aportación es fruto de diversas investigaciones sobre la aceptación de innovaciones tecnológicas y sociales en Suecia; desde las líneas de autobuses a los nuevos métodos agrícolas para llegar a deducir formas repetitivas del proceso de difusión (HAGGETT *et al.*, 1977). En este enfoque, la identificación de un proceso espacial con una estructura repetitiva se convierte en el objetivo básico del análisis. La primera conclusión a la que llegó Hägerstrand plantea que toda difusión empieza en un punto, y que al principio, el número de nuevos adeptos disminuye con la distancia a dicho punto. La fricción de la distancia es menor a medida que deja de ser relevante, ya que cuando se ha desarrollado el proceso la innovación ha sido aceptada mayoritariamente por la población del área estudiada (HÄGERSTRAND, 1966).

Otras comprobaciones hacen referencia al nivel jerárquico de la difusión. Según el fenómeno estudiado, primero es aceptado por todos los centros jerárquicos de un determinado nivel, y después se propaga a los de orden inferior (BERRY, 1971). Como es obvio, dentro de las características de la Teoría del Lugar Central, al ir bajando en la escala jerárquica, la distancia entre el centro propagador y el receptor disminuye y, por lo tanto, disminuye también la fricción de la distancia.

El modelo de difusión se ha aplicado a fenómenos muy diferentes aunque siempre hay que definir unos elementos característicos similares: objeto de difusión, elemento propagador, elemento receptor, localización del punto de origen de la difusión, etc. Uno de los estudios clásicos analiza la interacción entre los habitantes de diversas localidades a ambos lados de la frontera entre el Canadá

y los Estados Unidos de Norteamérica (MACKAY, 1958), donde se plantea el papel de la frontera como una barrera en la difusión de contactos. En los Estados Unidos se han realizado investigaciones sobre la difusión de tipos de simientes o de técnicas, como la decisión de convertir tierras de secano en regadío (BOWDEN, 1965), a pesar de la importante inversión que ello representa. Uno de los temas más estudiados son las epidemias, por la facilidad de abstracción en los períodos a considerar: origen de la epidemia, expansión moderada, expansión intensa y desaparición gradual de la epidemia. Este fenómeno ha sido estudiado tanto a escala de una pequeña comunidad como para amplias áreas geográficas (PYLE, 1969).

En uno de los artículos clásicos sobre el tema, MORRILL (1967) nos plantea un aspecto básico de este modelo: la regularidad en las relaciones entre el centro difusor y las localizaciones de los centros receptivos. Estudia el caso de los movimientos migratorios y los casamientos. Llega a la conclusión que para un número elevado de casos, y en un espacio y tiempo determinado, se puede construir una tabla de probabilidades, alrededor del centro donde se inicia el proceso y en relación a la distancia a dicho centro. Este *Information Field* (campo de información) expresa la fricción de la distancia en término de probabilidades tal como aplicaremos más adelante en nuestra investigación (gráficos X y XIX). De esta manera es posible predecir el comportamiento de una comunidad, como un colectivo, en base a su probable comportamiento, deducido del análisis del comportamiento actual. Este tipo de modelo permite analizar un fenómeno localizado, a partir de un número reducido de observaciones; e incluso, a partir de la información obtenida en otra área más documentada.

En los primeros trabajos realizados por HÄGERSTRAND (1952, 1953) se pretende reconocer estructuras espaciales que sean el resultado de la difusión de un fenómeno. Unos años más tarde, el objetivo será delimitar las características del *proceso* de la difusión (HÄGERSTRAND, 1965). El autor, que puede considerarse como el «padre de los modelos de difusión», nos muestra la evolución desde posiciones cercanas al culturalismo de SAUER (1952) hasta llegar a ser el principal investigador de procesos basados en *flujos de información efectiva* (BROWN, 1969). Diferencia que metodológicamente querrá substituir el método inductivo por el deductivo, pero también una separación entre la difusión de ideas o comportamientos de la difusión de innovaciones técnicas. De esta forma, la deducción de un proceso permitirá orientar los modelos de difusión hacia su finalidad predictiva.

La aportación de Torsten Hägerstrand, de la Universidad de Lund, Suecia, puede intentar resumirse en dos puntos clave: la formalización del concepto *proceso de difusión*, y el desarrollo de técnicas que permitan que este concepto sea operativo.

Su concepto de difusión adopta como elemento característico la existencia de una *innovación* que atrae con un grado de intensidad determinado a los posibles adeptos. Así mismo, se puede considerar la dificultad por parte del sujeto adoptante de la innovación, como un grado de resistencia. Para poder formular el fenómeno deberá establecerse cuál es el mecanismo a través del cual la información pasa de un individuo a otro. La conclusión difiere de acuerdo con el tipo de fenómeno estudiado, pero en relación con los problemas agrarios se puede asumir que el contacto es cara a cara, y por lo tanto la frecuencia de los contactos vendrá determinada por la distancia que separa a los sujetos, innovador y receptor. La estructura del espacio rural, en áreas llanas o en valles, representa la existencia o no de barreras naturales que orientan el orden de adopción. Esta situación deberá concretarse en el modelo a través de la suposición de limitaciones.

Hägerstrand reconoce que los niveles de resistencia difieren de un sujeto a otro. Este hecho es el resultado de considerar las características de cada individuo junto a las del grupo del que forma parte. Este doble aspecto de la resistencia permite plantear una difusión espacial por proximidad y otra por jerarquía de los sujetos. A nivel espacial, podemos encontrar uno o pocos sujetos innovadores mientras que la mayoría de la población del área estudiada se resiste a adoptar la innovación. Esta realidad plantea el concepto de porcentaje de adoptantes en relación al potencial de adoptantes. Primero, la innovación se transmite a través de las personas más receptivas o innovadoras; y cuando el resto de la comunidad ve que funciona, entonces se generaliza.

Este ha sido el mecanismo de difusión detectado en el área que hemos estudiado. Se han necesitado cerca de veinticinco años para que se pasara de los cuatro primeros arriesgados payeses el año 1950 (0,2 %) a los 300 adoptantes (16 %) de 1975, y a los 484 (31 %) de 1980. Las previsiones obtenidas en nuestra investigación (tabla VI) preveen llegar al 50 % en el año 1955. Si nos fijamos en el volumen de leche aportada por las explotaciones innovadoras, el resultado será aún más espectacular: 1,3 % el año 1950, 40,5 % en 1970, 57,7 % en 1980, 88 % en 1995 y 91,9 % en el año 2000.

Al formalizar el concepto de proceso de difusión podemos distinguir claramente cuatro fases bien distintas: una inicial o de adopción por parte de los sujetos más receptivos; una segunda, en la que la mayoría más emprendedora se incorpora al proceso; una tercera en la que la mayoría menos abierta adopta la innovación; y, finalmente, una cuarta en la que el grupo más refractario acepta dicho cambio. Un histograma, que representara gráficamente las frecuencias de nuevos adeptos en cada período de tiempo, mostraría una forma acampanada (GOULD, 1969). Si reconstruimos este histograma con frecuencias acumuladas, se delimitará una curva, de trazo continuo si suponemos intervalos cada vez más

pequeños, de tipo logístico, donde la abscisa representa la variable tiempo y la ordenada el número de adoptantes:

$$P = \frac{U}{1 + e^{(a-bt)}}$$

donde P representa la variable proporción de sujetos que aceptan la innovación; para cada tiempo t se consigue un ajuste entre las dos variables con la estimación de tres parámetros: U , a , b . El máximo límite posible de adeptos, U , ha de ser fijado de acuerdo con un análisis externo al fenómeno estudiado; mientras que a , determina el valor de P cuando se inicia el proceso, es decir, cuando $t = 0$. El parámetro b expresará la relación en la cual P tomará nuevos valores a medida que T vaya variando. El símbolo e es simplemente una constante matemática de valor 2,7183, y forma la base natural de los logaritmos Neperianos. Esto es importante ya que nos permitirá una transformación de esta función logística en lineal, facilitando por tanto la estimación de los parámetros a y b (gráfico XXII y tabla VI):

$$\ln \left(\frac{U - P}{P} \right) = a + bt$$

Volviendo a los postulados generales, vemos que la formalización del proceso se fundamenta en el conocimiento del grado de propensión al contacto, ponderado con todas las limitaciones que se considere oportuno utilizar, y que se expresará en términos de probabilidades que muestran la distancia relativa entre el sujeto propagador y los adoptantes potenciales.

El planteamiento metodológico del modelo de difusión considera cuatro restricciones básicas:

a) La población del área en estudio se distribuye en grupos de frecuencias a través de una red uniforme que cubre todo el espacio. La fijación de la información en cada cuadrado de la retícula puede realizarse de muchas maneras, incluida la técnica del muestreo.

b) El conocimiento del número de adeptos en el tiempo $t = 0$.

c) El cálculo de una red de probabilidades que sea de aplicación a cualquier caso del conjunto del área, y que exprese el potencial receptor en términos de las probabilidades sobre cada posible localización de un nuevo innovador. Este es uno de los aspectos más discutibles ya que se deberá clasificar a los potenciales adeptos en categorías según su resistencia a aceptar la innovación. En nuestra investigación se ha substituido la clasificación más o menos arbitraria, en base a categorías sociales y culturales, que empleó HÄGERSTRAND (1953) para los cam-

pesinos suecos, por una potencialidad explicada a través de variables con correlación significativa con el proceso estudiado (ver tabla I y gráfico X). El resultado será una red de probabilidades fija que cubre todo el territorio estudiado.

d) La concreción del número de probabilidades con la que dos sujetos pueden contactar depende de la distancia entre ellos. A través de una red móvil de probabilidades, que es aplicable a todos los casos, podrá expresarse esta fricción de la distancia. Esta red se obtuvo, en las investigaciones realizadas por Hägerstrand en el campo sueco, ajustando la relación entre la frecuencia de llamadas telefónicas de la población que realizaba movimientos cotidianos. Como a los 35 km del centro de difusión las llamadas telefónicas no existían, se construyó una cuadrícula de 25 espacios de 5 km \times 5 km con probabilidades distintas según el tipo de relación detectado. En nuestra investigación utilizamos la variable tiempo como explicativa del porcentaje de adoptantes y como variable discreta, ya que la información se obtiene en intervalos de varios años. En el gráfico XIX puede observarse esta relación.

Además de estas cuatro limitaciones, hay otras de tipo operativo que también deberán tenerse en cuenta al realizar los ajustes probabilísticos. Las más claras son las barreras que impiden o retardan un contacto (montañas, accesibilidad,...) y también los posibles condicionantes físicos, humanos o económicos que hacen imposible la existencia de adeptos (haber abandonado la agricultura, imposibilidad física de funcionar una explotación agraria).

A pesar de estas consideraciones, debe puntualizarse que en el modelo de difusión el número de adeptos en cada recuadro no posee una independencia espacial entre periodos de tiempo. Este hecho es una limitación pero también una propiedad, ya que crea un encadenamiento probabilístico lógico. Como se utilizan los números aleatorios para saber una nueva localización en el periodo $t + 1$ a partir de los existentes en el periodo t , los posibles errores no serán acumulativos sino que también se distribuirán al azar y, por lo tanto, cuando se estudia la distribución espacial de los adeptos hacia el final del proceso, distintas repeticiones darán resultados muy similares. HÄGERSTRAND (1965) lo comprobó realizando tres veces el mismo proceso. Finalmente, podemos afirmar que si no se hicieran restricciones operativas o metodológicas a partir de la red de probabilidades móvil, obtendríamos una única distribución simétrica del espacio. En los trabajos de Hägerstrand y en el que aquí presentamos, se puede comprobar un resultado asimétrico que pone de manifiesto el buen funcionamiento de las restricciones utilizadas.

TABLA I

Distribución de probabilidades fijas según los valores de las variables explicativas y variable dependiente, expresada en miles de litros por unidad de la Cuadrícula Lambert (1980)

| (1) | Municipios '60 (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) |
|--------|------------------------|-----|-------|-------|------|------|-----|-----------|
| 0101 | Oliana (7/28) | 340 | 24,95 | 19,99 | 0,51 | 3,59 | 49 | 1-49 |
| 0201 | Peramola (5/29) | 142 | 18,45 | 16,24 | 0, | 0,78 | 35 | 50-84 |
| 0202 | Peramola (6/29) | 108 | 16,17 | 18,45 | 0, | 4,97 | 40 | 85-124 |
| 0203 | Peramola (6/28) | 60 | 14,68 | 20,85 | 0, | 0,74 | 36 | 125-160 |
| 0301 | Bassella (8/30) | 45 | 15,03 | 13,55 | 0, | 4,84 | 33 | 161-193 |
| 0302 | Bassella (7/31) | | 5,46 | 12,30 | 0,03 | 6,40 | 24 | 194-217 |
| 0303 | Bassella (6/31) | 268 | 19,89 | 18,07 | 0, | 6,68 | 46 | 218-263 |
| 0401 | Coll de Nargó (7/23) | 174 | 12,70 | 23,35 | 1,51 | 2,44 | 40 | 264-303 |
| 0401 | Coll de Nargó (6/24) | 149 | 8,88 | 23,35 | 0, | 3,55 | 36 | 304-339 |
| 0401 | Montanissell (4/24) | 25 | 5,06 | 16,63 | 0, | 0,97 | 23 | 340-362 |
| 0401 | Gavarrà (3/27) | | 0, | 9,99 | 0, | 0,64 | 11 | 363-373 |
| 0501 | Organyà (6/22) | 277 | 22,82 | 17,39 | 2,28 | 0,69 | 43 | 374-416 |
| 0501 | Organyà (7/22) | 277 | 22,82 | 17,39 | 0,51 | 2,39 | 43 | 417-459 |
| 0601 | Cabó (3/21) | 174 | 11,90 | 21,72 | 0, | 0, | 34 | 460-493 |
| 0601 | Cabó (4/21) | 174 | 11,90 | 21,72 | 0, | 1,47 | 35 | 494-528 |
| 0601 | Cabó (5/21) | 174 | 11,90 | 21,72 | 0, | 0, | 34 | 529-562 |
| 0701 | Fígols d'Or. (8/22) | 81 | 19,99 | 19,89 | 0, | 0, | 40 | 563-602 |
| 0701 | Fígols (8/23) | 81 | 19,99 | 19,89 | 0, | 0, | 40 | 603-642 |
| 0701 | Alinyà (9/23) | 40 | 14,88 | 19,32 | 0, | 0,83 | 35 | 643-677 |
| 0801 | Noves de Sg. (7/18) | 558 | 28,52 | 16,63 | 0,31 | 0,09 | 46 | 678-723 |
| 0802 | Noves de Sg. (6/18) | | 9,67 | 13,84 | 0, | 0, | 24 | 724-747 |
| 0803/4 | Noves de Sg. (6/17) | 233 | 18,55 | 28,25 | 0, | 0, | 47 | 748-794 |
| 0805 | Noves de Sg. (5/17) | 125 | 15,77 | 24,60 | 0, | 0, | 40 | 795-834 |
| 0901 | La Guàrdia A. (4/19) | 145 | 16,86 | 26,72 | 0, | 0, | 44 | 835-878 |
| 0902 | La Guàrdia A. (5/19) | 50 | 13,19 | 20,85 | 0, | 0, | 34 | 879-912 |
| 0903 | La Guàrdia A. (5/18) | 49 | 14,78 | 19,03 | 0, | 0, | 34 | 913-946 |
| 1001 | Taús (2/19) | 200 | 20,29 | 27,39 | 0, | 0, | 48 | 947-994 |
| 1002 | Taús (1/19) | 45 | 9,67 | 19,12 | 0, | 0, | 29 | 995-1023 |
| 1101 | Castellàs (4/17) | 19 | 8,88 | 13,74 | 0, | 0, | 23 | 1024-1046 |
| 1102 | Castellàs (3/16) | | 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | |
| 1103 | Castellàs (3/17) | | 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | |
| 1201 | Parròquia H. (8/16) | 122 | 16,37 | 23,06 | 3,26 | 0, | 43 | 1047-1089 |
| 1202 | Parròquia H. (9/16) | 745 | 23,51 | 17,11 | 6,04 | 5,53 | 52 | 1090-1141 |
| 1202 | Parròquia H. (9/17) | 743 | 23,51 | 17,11 | 6,04 | 4,84 | 52 | 1142-1193 |
| 1203 | Parròquia H. (7/17) | 33 | 9,67 | 19,32 | 0, | 0, | 29 | 1194-1222 |
| 1301 | Tost (9/19) | 503 | 22,17 | 18,84 | 0, | 0, | 41 | 1223-1263 |
| 1401 | El Pla St. Tirs (8/18) | 700 | 23,56 | 16,05 | 4,74 | 3,91 | 48 | 1264-1311 |

Tabla I (continuación)

| (1) | Municipios '60 (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) |
|----------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----------|
| 1401 | EL Pla St. Tirs (9/18) | 700 | 23,56 | 16,05 | 4,74 | 3,91 | 48 | 1312-1359 |
| 1501 | Arfa (10/16) | 508 | 23,16 | 12,69 | 4,74 | 3,59 | 44 | 1360-1403 |
| 1502 | Arfa (11/17) | 58 | 5,46 | 31,71 | 0, | 0, | 37 | 1404-1440 |
| 1503 | Arfa (10/17) | 20 | 0, | 22,49 | 0, | 0, | 22 | 1441-1462 |
| 1601 | La Vansa (12/20) | 252 | 19,59 | 16,82 | 0, | 0, | 36 | 1463-1498 |
| 1602 | La Vansa (12/19) | | 6,89 | 6,73 | 0, | 0, | 14 | 1499-1512 |
| 1701 | Fórnois Cadí (13/20) | 68 | 14,58 | 21,72 | 0,05 | 0, | 36 | 1513-1548 |
| 1702 | Fórnois Cadí (14/19) | | 8,88 | 17,20 | 0, | 0, | 26 | 1549-1574 |
| 1703 | Fórnois Cadí (13/19) | 15 | 12,70 | 17,11 | 0,61 | 0, | 30 | 1575-1604 |
| 1801 | Tuixén (15/20) | 267 | 23,11 | 24,60 | 0, | 0, | 48 | 1605-1652 |
| 1801 | Tuixén (16/19) | 144 | 19,59 | 22,68 | 0, | 0, | 42 | 1653-1694 |
| 1901 | Aravell (9/14) | 608 | 22,52 | 22,30 | 3,69 | 0,41 | 49 | 1695-1743 |
| 1902 | Aravell (9/15) | 1.478 | 27,03 | 13,55 | 7,81 | 7,09 | 55 | 1744-1798 |
| 1903 | Aravell (9/13) | 609 | 22,87 | 18,64 | 4,99 | 0, | 47 | 1799-1845 |
| 2001 | Castellbó (8/14) | 125 | 18,05 | 15,38 | 1,05 | 0, | 34 | 1846-1879 |
| 2002 | Castellbó (8/15) | 199 | 18,15 | 23,26 | 0, | 0, | 41 | 1880-1920 |
| 2003 | Castellbó (7/15) | | 6,89 | 14,99 | 1,08 | 0, | 23 | 1921-1943 |
| 2004/6 | Castellbó (6/14) | 20 | 12,30 | 12,97 | 0, | 0, | 25 | 1944-1968 |
| 2007/8/9 | Castellbó (6/13) | 109 | 17,76 | 16,43 | 0,72 | 0, | 35 | 1969-2003 |
| 2005 | Castellbó (7/14) | | 3,42 | 0, | 0, | 0, | 3 | 2004-2006 |
| 2011/12 | Castellbó (8/13) | | 5,46 | 0, | 0, | 0, | 5 | 2007-2011 |
| 2010 | Castellbó (7/13) | | 0, | 0, | 0,72 | 0, | 1 | -2012 |
| 2013 | Castellbó (7/16) | 19 | 6,89 | 17,97 | 0, | 0, | 25 | 2013-2037 |
| 2101 | Pallerols Cantó (6/15) | 38 | 11,90 | 16,14 | 0, | 0, | 28 | 2038-2065 |
| 2102/3 | Pallerols Cantó (6/16) | 37 | 10,91 | 6,82 | 0, | 0, | 18 | 2066-2083 |
| 2104 | Pallerols Cantó (5/15) | | 3,42 | 0, | 0, | 0, | 3 | 2084-2086 |
| 2201 | Guis del Cantó (5/16) | 18 | 6,89 | 15,18 | 0, | 0, | 22 | 2087-2108 |
| 2202/3 | Guis del Cantó (4/16) | | 3,42 | 0, | 0, | 0, | 3 | 2109-2111 |
| 2301 | La Seu d'Urg. (10/14) | 2.652 | 26,83 | 18,16 | 10,62 | 7,32 | 63 | 2112-2174 |
| 2301 | La Seu d'Urg. (11/15) | 2.652 | 26,83 | 18,16 | 10,62 | 10,64 | 66 | 2175-2240 |
| 2401 | Castellciutat (10/15) | 1.009 | 22,92 | 14,70 | 10,62 | 8,38 | 57 | 2241-2297 |
| 2501 | Anserall (11/14) | 349 | 20,29 | 12,40 | 8,86 | 0, | 42 | 2298-2339 |
| 2502 | Anserall (12/14) | | 3,42 | 18,93 | 3,23 | 0, | 26 | 2340-2365 |
| 2601 | Ars (9/11) | 13 | 12,70 | 21,24 | 0, | 0, | 34 | 2366-2399 |
| 2602 | Ars (9/12) | 50 | 13,44 | 20,28 | 0, | 0, | 34 | 2400-2433 |
| 2701 | Cívis (10/10) | 26 | 14,04 | 17,39 | 0, | 0, | 31 | 2434-2464 |
| 2701 | Cívis (10/8) | 26 | 5,46 | 17,39 | 0, | 0, | 23 | 2465-2487 |
| 2702 | Cívis (10/11) | 126 | 16,37 | 17,78 | 0, | 0, | 34 | 2488-2521 |
| 2703 | Cívis (10/12) | 65 | 12,70 | 16,53 | 0, | 0, | 29 | 2522-2550 |
| 2801 | Arcavell (11/12) | 221 | 16,52 | 23,74 | 4,48 | 0, | 45 | 2551-2595 |
| 2801 | Arcavell (12/12) | 221 | 16,52 | 23,74 | 0,41 | 0, | 41 | 2596-2636 |

Tabla I (continuación)

| (1) | Municipios '60 (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) |
|------------|-----------------------|-----|-------|-------|------|------|-----|-----------|
| 2901 | Bescaran (14/13) | 102 | 16,17 | 17,01 | 0, | 0, | 33 | 2637-2669 |
| 3001 | Alàs (12/15) | 988 | 23,01 | 17,39 | 4,74 | 6,40 | 52 | 2670-2721 |
| 3002 | Alàs (13/15) | 85 | 11,41 | 14,80 | 3,87 | 0, | 30 | 2722-2751 |
| 3101 | Cerc (12/16) | | 0, | 7,02 | 5,30 | 1,75 | 14 | 2752-2765 |
| 3102 | Cerc (14/16) | 202 | 13,44 | 19,32 | 2,94 | 0, | 36 | 2766-2801 |
| 3103 | Cerc (13/16) | 152 | 11,41 | 20,47 | 4,28 | 0, | 36 | 2802-2837 |
| 3104 | Cerc (11/16) | 34 | 6,89 | 16,43 | 3,87 | 0,18 | 27 | 2838-2864 |
| 3105 | Cerc (12/17) | | 5,46 | 11,05 | 3,23 | 0, | 20 | 2865-2884 |
| 3106 | Cerc (14/17) | | 0, | 0, | 2,94 | 0, | 3 | 2885-2887 |
| 3201 | Estamariu (13/14) | 404 | 25,69 | 20,08 | 0,72 | 0, | 46 | 2888-2933 |
| 3301 | Arsèguet (15/15) | 70 | 24,11 | 11,34 | 0, | 0, | 35 | 2934-2968 |
| 3401 | Cava (16/16) | | 5,46 | 10,76 | 0, | 0, | 16 | 2969-2984 |
| 3402 | Cava (15/16) | 105 | 16,72 | 15,95 | 0, | 0, | 33 | 2985-3017 |
| 3403 | Cava (17/16) | | 3,42 | 2,59 | 0, | 0, | 6 | 3018-3023 |
| 3501 | Tolriu (17/15) | 104 | 12,30 | 18,45 | 0, | 0, | 31 | 3024-3054 |
| 3502 | Tolriu (16/15) | 55 | 13,74 | 20,76 | 2,94 | 0, | 37 | 3055-3091 |
| 3503 | Tolriu (17/14) | 37 | 11,41 | 15,57 | 0, | 0, | 27 | 3092-3118 |
| 3601 | Aristot (16/14) | 44 | 7,99 | 21,05 | 0, | 0, | 29 | 3119-3147 |
| 3602 | Aristot (15/13) | 120 | 10,32 | 15,76 | 0, | 0, | 26 | 3148-3173 |
| 3603 | Aristot (15/14) | 32 | 8,88 | 17,68 | 3,68 | 0, | 30 | 3174-3203 |
| 3701 | Montellà Cadí (19/14) | 241 | 17,51 | 18,36 | 0,78 | 3,13 | 40 | 3204-3243 |
| 3701 | Montellà Cadí (19/15) | 241 | 17,51 | 18,36 | 0, | 0, | 36 | 3244-3279 |
| 3801 | Estana (18/15) | 77 | 12,30 | 16,24 | 0, | 0, | 29 | 3280-3308 |
| 3801 | Estana (18/16) | 77 | 12,30 | 16,24 | 0, | 0,83 | 29 | 3309-3337 |
| 3901 | Lles (18/12) | 173 | 24,06 | 15,66 | 0, | 0, | 40 | 3338-3377 |
| 3902 | Lles (18/14) | 123 | 23,51 | 17,49 | 0, | 1,84 | 43 | 3378-3420 |
| 3903 | Lles (18/11) | 87 | 15,77 | 25,08 | 0, | 0, | 41 | 3421-3461 |
| 4001 | Músser i A. (18/13) | 176 | 26,19 | 11,92 | 0, | 0, | 38 | 3462-3499 |
| 4002 | Músser i A. (17/12) | 69 | 24,01 | 14,80 | 0, | 0, | 39 | 3500-3538 |
| 4101 | Prullans (20/13) | 719 | 31,55 | 20,57 | 0,72 | 0,97 | 54 | 3539-3592 |
| 4102 | Prullans (19/13) | 41 | 11,90 | 14,80 | 0, | 0, | 27 | 3593-3619 |
| 4201 | Bellver de C. (21/13) | 442 | 26,68 | 20,18 | 2,94 | 0,09 | 50 | 3620-3669 |
| 4203/5 | Bellver de C. (21/14) | 240 | 21,97 | 21,62 | 0,13 | 5,39 | 49 | 3670-3718 |
| 4202/6/16 | Bellver de C. (22/14) | 322 | 24,70 | 18,07 | 0, | 7,18 | 50 | 3719-3768 |
| 4204/14/15 | Bellver de C. (22/15) | 622 | 26,88 | 19,89 | 0, | 0,78 | 48 | 3769-3816 |
| 4207/8/9 | Bellver de C. (20/14) | 341 | 24,55 | 18,07 | 0, | 3,68 | 46 | 3817-3862 |
| 4210/11 | Bellver de C. (21/15) | 911 | 27,63 | 21,14 | 0, | 0, | 49 | 3863-3911 |
| 4212 | Bellver de C. (20/15) | 92 | 19,20 | 19,12 | 0, | 0, | 38 | 3912-3949 |
| 4213 | Bellver de C. (22/16) | 13 | 8,80 | 12,40 | 0, | 0, | 21 | 3950-3970 |
| 4301 | Tallendreu (21/12) | | 0, | 0, | 0, | 0, | 0 | |
| 4401/2 | Èller i C. (22/12) | 53 | 10,91 | 19,60 | 0, | 0, | 31 | 3971-4001 |

Tabla I (continuación)

| (1) | Municipios '60 (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) |
|--------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|------|-----|-----------|
| 4501 | Riu del P. (23/15) | 99 | 19,39 | 18,16 | 0, | 1,20 | 39 | 4002-4040 |
| 4601/2 | Prats i S. (23/14) | 406 | 24,40 | 19,03 | 0, | 4,88 | 48 | 4041-4088 |
| 4701 | Ger (24/12) | 647 | 27,92 | 17,39 | 4,48 | 6,95 | 57 | 4089-4145 |
| 4702 | Ger (24/11) | 351 | 22,52 | 18,45 | 5,63 | 1,11 | 48 | 4146-4193 |
| 4703 | Ger (23/11) | 189 | 20,78 | 12,88 | 0,92 | 0, | 35 | 4194-4228 |
| 4801 | Isòvol (22/13) | 324 | 20,68 | 24,99 | 3,53 | 3,36 | 53 | 4229-4281 |
| 4802 | Isòvol (22/13) | 901 | 27,28 | 18,45 | 4,07 | 8,24 | 58 | 4282-4339 |
| 4803 | Meranges (23/12) | 216 | 21,33 | 18,55 | 2,10 | 0,69 | 43 | 4340-4382 |
| 4901 | Meranges (21/11) | 180 | 27,88 | 18,26 | 0, | 0, | 46 | 4383-4428 |
| 5001/3 | Bolvir (25/11) | 692 | 24,45 | 16,91 | 6,04 | 6,49 | 54 | 4429-4482 |
| 5002 | Bolvir (25/12) | 432 | 20,53 | 20,85 | 2,48 | 7,41 | 51 | 4483-4533 |
| 5101 | Guals Cerdanya (24/10) | 283 | 25,44 | 19,22 | 5,30 | 0, | 50 | 4534-4583 |
| 5102 | Guals Cerdanya (25/10) | 357 | 24,25 | 18,55 | 7,81 | 2,53 | 53 | 4584-4636 |
| 5201 | Grus (24/15) | 181 | 13,74 | 19,03 | 0, | 0, | 33 | 4637-4669 |
| 5301/4 | Das (24/14) | 132 | 14,58 | 20,95 | 1,46 | 0,88 | 38 | 4670-4707 |
| 5302/3 | Das (24/13) | 667 | 20,53 | 18,16 | 0, | 8,29 | 47 | 4708-4754 |
| 5401 | Alp (25/14) | 86 | 19,49 | 9,99 | 0, | 0, | 29 | 4755-4783 |
| 5402 | Alp (27/14) | | 0, | 11,72 | 0, | 0, | 12 | 4784-4795 |
| 5501/2 | Urtx (26/13) | 186 | 15,57 | 14,13 | 6,04 | 0, | 36 | 4796-4831 |
| 5503/4 | Urtx (25/13) | 1.377 | 22,02 | 21,72 | 0, | 9,39 | 53 | 4832-4884 |
| 5505 | Urtx (26/14) | 95 | 11,90 | 16,91 | 0,28 | 0, | 29 | 4885-4913 |
| 5601/2 | Queixans (26/12) | 454 | 17,51 | 19,89 | 7,07 | 4,47 | 49 | 4914-4962 |
| 5701 | Puigcerdà (26/10) | 1.577 | 26,64 | 14,99 | 10,62 | 9,03 | 61 | 4963-5023 |
| 5702 | Puigcerdà (26/11) | 165 | 18,15 | 20,08 | 6,04 | 6,31 | 51 | 5024-5074 |
| 5801 | Vilallobent (27/13) | 336 | 18,56 | 18,35 | 5,30 | 0, | 42 | 5075-5116 |
| 5802 | Vilallobent (27/12) | 383 | 20,24 | 23,06 | 7,07 | 1,06 | 51 | 5117-5167 |
| 5901 | Llívia (28/9) | 1.053 | 25,54 | 26,43 | 8,86 | 8,29 | 69 | 5168-5236 |
| 5901 | Llívia (28/10) | 1.053 | 25,54 | 26,43 | 10,62 | 6,17 | 69 | 5237-5305 |
| 6001 | La Tor de Querol (24/9) | 123 | 25,74 | 15,47 | 2,71 | 0, | 44 | 5306-5349 |
| 6101 | Porta (23/8) | | 13,09 | 0, | 0, | 0, | 13 | 5350-5362 |
| 6201 | Porté (23/6) | | 0, | 0, | 0, | 0, | 0 | |
| 6301 | Enveig (25/9) | 52 | 29,31 | 11,24 | 2,94 | 0, | 43 | 5363-5405 |
| 6401 | Ur (26/9) | 25 | 24,35 | 9,80 | 3,53 | 0, | 38 | 5406-5443 |
| 6501 | Dorres (26/8) | 58 | 19,45 | 18,45 | 0, | 0, | 43 | 5444-5486 |
| 6601 | Vilanova Esc. (27/9) | | 0, | 0, | 0, | 0, | 0 | |
| 6701 | Angostrina (27/8) | | 20,98 | 17,01 | 5,63 | 0, | 44 | 5487-5530 |
| 6801 | La Guingueta (27/11) | 429 | 26,88 | 16,91 | 4,07 | 7,05 | 55 | 5531-5585 |
| 6901 | Caldegues (27/10) | 253 | 23,56 | 18,26 | 2,48 | 6,77 | 51 | 5586-5636 |
| 7001 | Nàüja (28/11) | | 14,58 | 8,84 | 3,51 | 2,58 | 30 | 5637-5666 |
| 7101 | Sta. Llocaia (29/10) | 15 | 20,98 | 10,09 | 4,74 | 2,44 | 38 | 5667-5704 |
| 7201 | Palau Cerdanya (28/12) | 212 | 25,00 | 21,24 | 2,48 | 0, | 49 | 5705-5753 |

Tabla I (continuación)

| (1) | Municipios '60 (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) |
|------|-------------------------|-----|-------|-------|-------|------|-----|-----------|
| 7301 | Oceja (28/13) | 162 | 23,06 | 28,25 | 1,46 | 0, | 53 | 5754-5806 |
| 7401 | Vallsabollera (30/12) | | 5,46 | 11,92 | 0, | 0, | 17 | 5807-5823 |
| 7501 | Escavar (29/9) | 142 | 25,49 | 21,33 | 5,30 | 1,20 | 53 | 5824-5876 |
| 7601 | Sallagosa (30/9) | 59 | 24,45 | 9,32 | 10,62 | 1,47 | 44 | 5877-5920 |
| 7701 | Er (30/10) | 62 | 23,26 | 16,91 | 7,07 | 0, | 47 | 5921-5967 |
| 7801 | Llo (31/10) | 49 | 23,96 | 12,11 | 7,07 | 0, | 43 | 5968-6010 |
| 7901 | Eina (31/9) | | 25,00 | 28,16 | 1,66 | 0, | 55 | 6011-6065 |
| 8001 | Fargasona (28/8) | | 3,42 | 7,69 | 0, | 0,69 | 12 | 6066-6077 |
| 8101 | Èguet (29/7) | | 0, | 0, | 0, | 0, | 0 | |
| 8201 | Font-Romeu (29/8) | 31 | 18,05 | 28,16 | 0,36 | 0,51 | 47 | 6078-6124 |
| 8301 | Bolquera (31/7) | 60 | 26,54 | 13,74 | 2,07 | 0,92 | 43 | 6125-6167 |
| 8401 | La Cabanassa (31/8) | | 0, | 0, | 4,99 | 0,69 | 6 | 6168-6173 |
| 8401 | La Cabanassa (32/7) | | 0, | 0, | 4,48 | 2,53 | 7 | 6174-6180 |
| 8501 | St. Pere Forcats (32/8) | 55 | 14,88 | 10,38 | 0,31 | 0, | 26 | 6181-6206 |
| 8601 | Planès (33/8) | | 0, | 20,76 | 0, | 0, | 21 | 6207-6227 |
| 8701 | La Llaguna (32/6) | 271 | 13,09 | 17,39 | 0,36 | 2,81 | 34 | 6228-6261 |
| 8801 | Els Angles (30/4) | | 13,44 | 3,65 | 0, | 0,41 | 18 | 6262-6279 |
| 8901 | Matamala (32/3) | 84 | 14,88 | 28,25 | 0, | 0, | 43 | 6280-6322 |
| 9901 | Formiguera (31/2) | 60 | 23,51 | 13,36 | 0, | 2,86 | 40 | 6323-6362 |
| 9101 | Font-rabiosa (31/1) | 22 | 18,05 | 12,49 | 0, | 0, | 31 | 6363-6393 |
| 9201 | Puigbaladó (32/2) | 30 | 17,51 | 18,07 | 0, | 0,55 | 36 | 6394-6429 |
| 9301 | Ral (32/1) | | 5,46 | 0,29 | 0, | 1,57 | 7 | 6430-6436 |
| 9401 | St. Julià Loria (12/10) | | 17,56 | 2,40 | 3,53 | 0, | 24 | 6437-6461 |
| 9501 | Andorra la Vella (13/8) | | 15,57 | 6,73 | 2,48 | 0, | 25 | 6462-6486 |
| 9601 | La Massana (12/16) | | 20,68 | 11,24 | 0, | 0, | 32 | 6487-6518 |
| 9701 | Ordino (13/6) | 31 | 18,40 | 26,24 | 0, | 0, | 45 | 6519-6563 |
| 9801 | Encamp (14/7) | 13 | 17,21 | 16,82 | 1,84 | 0, | 36 | 6564-6599 |
| 9901 | Canillo (15/6) | 13 | 15,33 | 17,97 | 1,38 | 0, | 35 | 6600-6634 |

Memoria: (1) Código correspondiente a cada una de las entidades de población, agregadas o no, que se localizan en cada una de las cuadrículas Lambert.

(2) Coordenadas que utilizamos en los gráficos II a XVIII para facilitar la localización de la información en la cuadrícula Lambert (longitud/latitud) que aquí utilizamos.

(3) Variable a explicar en este modelo: volumen de leche (miles de litros) aportada por explotaciones agrarias comerciales (EACs) en el año 1980 y en las entidades localizadas en cada cuadrícula Lambert.

(4) Probabilidades en base al regadío potencial de prados y cultivos forrajeros.

(5) Probabilidades en base a la evolución de la estructura productiva de las explotaciones agrarias (rendimientos de producción de leche).

(6) Probabilidades en base a la accesibilidad para la recogida de leche (combinación entre acceso a las fábricas y a las carreteras en mejores condiciones de circulación).

Memoria (7) Probabilidades en base a los condicionantes del medio físico (altitud y pendiente relativas, insolación y heladas).

(8) Total de probabilidades (sobre 10.000) que corresponden a cada cuadrícula Lambert de acuerdo con las cuatro variables explicativas (conjuntamente el 66,34 %).

(9) Probabilidades que corresponden a cada cuadrícula Lambert para una utilización de los números aleatorios.

Fuentes: Censo de superficies ocupadas por los cultivos agrícolas (1978), Recensement Général de l'Agriculture (1979-80), mapas del Servicio Geográfico del Ejército (1:100.000 y 1:50.000), del Institut Géographique National; Carte de France (1:50.000), datos y elaboración propia.

MODELO DE DIFUSIÓN Y VARIABLES EXPLICATIVAS

El objetivo de este modelo, en nuestra investigación, es poder realizar una predicción de la localización futura de las EACs. Desde el principio se nos plantean diversos problemas. Primero, debemos disponer de información que corresponda a cada uno de los cuadrados de la red reticular que cubre toda la área de estudio. Segundo, deberemos formular la variable dependiente (explotaciones agrarias comerciales) de forma que pueda ser relacionada matemáticamente con las posibles variables explicativas. Aquí utilizaremos el análisis de regresión y de correlación lineal. Y tercero, habrá que demostrar cuáles, y en qué grado, estas variables pueden explicar las variaciones de la variable dependiente.

El primer paso ha sido utilizar la cuadrícula Lambert tal como aparece en la serie de mapas de cartografía militar 1:100.000 del Servicio Geográfico del Ejército, subdividiéndolos en cuatro partes, de forma que delimiten una red cuadrangular de 2,5 km por 2,5 km. A partir de aquí, se situará cada entidad de población como observaremos en el gráfico II. Esta es la primera simplificación realizada sobre el mapa original tal como se observa en el gráfico I*.

El segundo paso fue la formulación de una hipótesis de trabajo que especificara qué variables explicarían la localización de las explotaciones agrarias comerciales. En una primera aproximación consideramos varias variables agrupadas en bloques: medio físico, medio económico, y estructura de las propias explotaciones. Al final, después de diversas comprobaciones estadísticas, se llegó a concretar cuatro variables explicativas, que de hecho son variables complejas como ya veremos más adelante.

Las variables altitud y pendiente del terreno configuran la base de la variable compuesta *medio físico*. Sus valores se han obtenido a partir de una muestra re-

* Los gráficos citados en el texto aparecen al final del artículo.

gular de nueve puntos: los cuatro situados a medio camino entre el punto central y los vértices, así como el mismo punto central y los cuatro vértices. Este sistema de cálculo está bien explicado en un trabajo de R. PUYOL y J. ESTÉBANEZ (1976). Es un proceso muy repetitivo, ya que hay 517 cuadrículas con, aproximadamente, 3.204 cálculos. Para la obtención del valor de la altitud media (\bar{a}) hemos utilizado la fórmula siguiente:

$$\bar{a} = \frac{\sum_{i=1}^{n=9} a_i}{9}$$

En el caso de la pendiente relativa (p), el cálculo es más difícil. Se deberán realizar 6.721 mediciones porque hay cuatro lados externos de 2.500 metros en cada cuadrícula, los cuales también servirán para las cuadrículas contiguas; las cuatro conexiones que forman un cuadrado en el interior de la cuadrícula, de 1.250 metros; y las diagonales, partidas cada una de ellas en cuatro segmentos de 885 metros, segmentados por el punto central y por los vértices del cuadrado interior. Esta definición se formulará así:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^{n=16} P_i}{22.080 \text{ m}}$$

donde p_i será la diferencia de altitud entre dos puntos alineados (sobre la malla o con ángulos de 90° y 45° en relación a la trama). Como el total, a nivel cero de altitud, del recorrido entre cada par de puntos es igual a 22.080 metros, este número será el valor constante en el denominador de la fórmula para obtener las pendientes relativas.

Estas dos variables — altitud y pendiente — como base, junto a una consideración cualitativa del grado de insolación (orientación o forma indirecta de valorar la temperatura), una aproximación general a la pluviometría de cada zona, y la constatación de heladas durante el periodo mayo-octubre, formarán los componentes de la variable compuesta medio físico.

La razón por la cual se ha llegado a una consideración conjunta de estas variables es muy simple. La relación entre la altitud y el nivel de producción no es lineal porque el tipo de relación significativa se da en el fondo de los valles, que son más llanos, mientras que arriba, en las montañas, se encuentran llanos con poca pendiente pero en condiciones de altitud o climáticas poco adecuadas. La solución precisa una matización de las variables y su combinación, como se explicará formalmente más adelante.

La accesibilidad es una variable del *medio económico*, que *a priori* se nos presenta significativa en investigaciones semejantes a la nuestra (CHISHOLM, 1957). A partir de la elaboración de una red de comunicaciones entre todas las entidades de población que estudiamos, se ha construido un grafo. A cada tramo se le ha calculado la distancia relativa en minutos. En base a este material se han calculado dos tipos de accesibilidad: la de cada entidad a la red principal de comunicaciones (el eje del Segre-La Tet con la bifurcación de La Valira, y el eje Tolosa de Llenguadoc-Barcelona), y la de cada entidad con las localizaciones donde se encuentran las fábricas transformadoras de productos lácteos más próximas (TULLA, 1981). Tal como sucedía con la variable medio físico, el grado de explicación de las dos accesibilidades combinadas es superior a la de cada tipo de accesibilidad por separado.

La tercera variable explicativa que hemos considerado define la potencialidad del factor tierra como un elemento básico para aumentar los rendimientos de las explotaciones agrarias lecheras. En concreto, se contabiliza la superficie de todo el regadío más la de cultivos forrajeros de secano, y los cultivos de secano y prados que puedan ser mecanizables. Se parte del supuesto de que podrá complementarse el regadío por acequias con el de aspersión; así como del que todas las tierras potencialmente de regadío se priorizarán para la producción de alimentos, para la manutención de ganadería vacuna. Esto quiere decir un cultivo intensivo y por lo tanto no se han considerado los pastizales.

Finalmente, la cuarta variable explicativa intenta medir la evolución de los rendimientos entre el inicio del periodo; el año 1950, y el momento actual, el año 1980. Esta variable nos resumiría la dinámica, como empresas, de las explotaciones agrarias localizadas en cada cuadrícula de la malla Lambert. Como comprobaremos más adelante es la variable de un grado mayor de explicación del proceso estudiado.

Cada recuadro de la malla tendrá un valor para cada una de estas cuatro variables. En algunos casos, pueden coincidir más de una entidad en un mismo cuadrado, aunque lo más normal es una sola entidad por cuadrícula; ocasionalmente, se observa la distribución de los datos de una entidad entre varias cuadrículas (ver tabla I). De los 517 cuadrados de la malla, solamente en 188 se ha localizado alguna entidad. En algunos casos se ha realizado un proceso de abstracción por el que se supone que toda la superficie útil está en aquel recuadro aunque pueda estar disperso entre los contiguos. Este principio erróneo nos ha parecido un mal menor ante la imposibilidad de obtener una información exhaustiva directa a este nivel de desagregación.

Una solución alternativa hubiera sido el análisis de datos a través de la fotografía aérea. Para la cobertura de toda esta área, unos 3.000 km², se necesitarían 75.000 fotogramas para una escala 1:20.000. Para procesar toda esta infor-

mación, aparte del ingente trabajo de transformar la información de los fotogramas, se precisaría utilizar programas de ordenador como el utilizado por la Conselleria de Política Territorial de la Generalitat de Catalunya, elaborado por la Universidad de Harvard (RAMOS FERNÁNDEZ, 1979), en estudios piloto.

El tercer paso, en coherencia con el anterior, es definir la variable «explotaciones agrarias comerciales». En la simulación que realizaremos en la aplicación del modelo de difusión, queda claro que se utilizará el número de explotaciones, es decir, sin hacer distinción de su valor relativo. Ahora bien, para conseguir una mayor fiabilidad del modelo, aquí consideraremos como variable explicativa la producción de las EACs, es decir, toda la leche aportada por las explotaciones con más de 50.000 litros anuales. Creemos que esta variable debe expresarse en volumen de litros de leche para poder adecuarse a la naturaleza de las variables explicativas como, por ejemplo, la que representa la superficie potencial de regadío en prados y cultivos forrajeros.

Como resumen, podemos avanzar que la aportación de leche a las fábricas, por parte de las explotaciones agrarias comerciales (C), se explica en un 32,27 %, por la variable regadío potencial de prados y cultivos forrajeros (X_1); en un 30,10 %, por la variable evolución de la estructura productiva de las explotaciones agrarias (X_2); en un 3,57 %, por la variable accesibilidad a la red de recogida de la leche (X_3), y en un 2,79 %, por la variable medio físico (X_4). El 34,36 % restante, correspondiente al elemento residual, se supone que pueda explicarse en el modelo de difusión por la proximidad a las explotaciones innovadoras del periodo anterior (R).

Estos valores son ciertos para un nivel de significación del 99 %, ya que para dos variables se han relacionado 188 observaciones (187 grados de libertad) y para las otras dos variables, 150 y 130 observaciones respectivamente (TULLA, 1981). Estos resultados, aunque varían a nivel comarcal, nos permiten afirmar que este conjunto de cuatro variables explicativas nos posibilitan construir una malla de probabilidades fija, y que la quinta variable (R), la proximidad al centro innovador, nos facilitará la construcción de la malla de probabilidades móvil (gráfico X y tablas I y IV).

NIVEL EXPLICATIVO DEL MODELO: AJUSTES METODOLÓGICOS

En las técnicas estadísticas utilizadas —la regresión lineal y la correlación— nos ha parecido necesario realizar transformaciones de los valores de las variables tratadas. El recorrido de éstas es muy amplio, y la distribución de cada una de las variables independientes en relación a la dependiente nos muestra la imposibilidad de buenos ajustes lineales (JOHNSTON, 1978). Para solucionar este

problema, la transformación logarítmica de base Neperiana nos ha parecido ser la más correcta.

Este análisis estadístico se ha realizado, inicialmente, para el conjunto de las 188 cuadrículas de la malla donde se localiza alguna de las 197 entidades de población por las que poseemos información, tanto de recogida de la leche como de otras variables. Sin embargo, el comportamiento de las variables explicativas no es homogéneo. Así (X_1) y (X_2) mantienen una relación de signo positivo, es decir que varían en la misma dirección que (C) al realizarse el ajuste lineal; por el contrario, (X_3) y (X_4) presentan una relación negativa con (C) . Este hecho nos plantea un problema metodológico, ya que cuando $C = 0,00$ la transformación logarítmica no es posible. Para superarlo hemos supuesto que hay una aportación de un solo litro de leche aportado por las EACs, siendo $\ln 1 = 0,00$ y por lo tanto más explícito. A pesar de ello, en los ajustes de (X_3) y (X_4) se han excluido ya que mostraban un comportamiento homogéneo pero opuesto al conjunto de los demás valores. Para estas dos variables se han utilizado 150 observaciones en vez de 188.

A partir de este punto, el análisis de regresión y correlación se orientó al descubrimiento de posibles variables *dummy* (SILK, 1979; JOHNSTON, 1978) que permitiesen una reorganización del modelo en beneficio de un nivel de significación (n.s.) más elevado. En otras palabras, que mejorasen la normalización de los grupos de datos.

En una primera aproximación realizamos ajustes para los grupos de observaciones de cada sub-comarca (TULLA, 1981), es decir adoptando una ordenación espacial que denominamos *tratamiento horizontal*. En una segunda, las reagrupaciones se hicieron utilizando las categorías tipificadas para explicar la evolución de la producción de leche a nivel municipal (TULLA, 1982); esto quiere representar una ordenación en categorías evolutivas y se denomina *tratamiento vertical*. Los resultados obtenidos (tabla II) muestran como las variables (X_1) , evolución de las estructuras productivas, y (X_2) , regadío potencial, consiguen un ajuste significativo en el tratamiento horizontal y en el vertical. En cambio, la variable (X_4) , medio físico, muestra un comportamiento más adaptado a las características de las sub-comarcas Alt Urgell septentrional y Cerdanya meridional, donde el volumen producido de leche es muy superior al resto del área estudiada.

L'Alt Urgell meridional (por su tardía incorporación a la producción de leche debido al policultivo comercial), La Cerdanya septentrional y El Capcir (por la política agraria del Estado francés que favorece la producción de carne sobre la leche en las áreas de montaña, así como por la acusada terciarización de su economía), y El Principat d'Andorra (por la marginalidad que representa la producción de leche por la total terciarización de su economía) no muestran un ni-

TABLA II

Valores de los parámetros estadísticos y de los resultados obtenidos en el análisis de regresión y correlación para obtener las probabilidades de la malla fija. Tratamiento conjunto, horizontal y vertical

| Tratamiento horizontal (espacial) | | | | | | Tratamiento vertical (tipológico) | | | | | |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------------------|------|-------|-------|-------|------|
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) |
| C | 9.43 | 10.47 | 9.22 | 11.90 | 6.63 | 7.11 | 4.87 | 12.46 | 11.65 | 9.11 | 4.79 |
| S(C) | 4.86 | 3.76 | 5.00 | 2.70 | 5.71 | 5.53 | 5.35 | 2.65 | 3.09 | 4.45 | 5.42 |
| V(C) | 0.52 | 0.36 | 0.54 | 0.23 | 0.86 | 0.78 | 1.10 | 0.21 | 0.27 | 0.45 | 1.13 |
| X ₁ | 1.66 | 1.94 | 1.66 | 1.88 | 1.24 | 1.32 | 1.41 | 1.96 | 2.01 | 1.59 | 1.08 |
| S(X ₁) | 0.72 | 0.38 | 0.75 | 0.45 | 0.88 | 1.05 | 0.89 | 0.42 | 0.45 | 0.75 | 0.77 |
| V(X ₁) | 0.51 | 0.20 | 0.45 | 0.24 | 0.71 | 0.79 | 0.63 | 0.21 | 0.22 | 0.47 | 0.71 |
| X ₂ | 3.22 | 2.94 | 2.76 | 4.05 | 3.31 | 3.12 | 3.52 | 4.21 | 3.86 | 2.76 | 4.79 |
| S(X ₂) | 1.63 | 1.34 | 1.59 | 1.36 | 2.11 | 1.21 | 0.40 | 1.15 | 1.42 | 1.51 | 5.42 |
| V(X ₂) | 0.51 | 0.45 | 0.58 | 0.34 | 0.64 | 0.39 | 1.11 | 0.27 | 0.37 | 0.55 | 1.13 |
| X ₃ | 4.19 | 5.32 | 4.13 | 3.78 | 2.89 | 5.58 | 4.26 | 2.32 | 4.13 | 4.65 | 4.70 |
| S(X ₃) | 1.79 | 1.07 | 1.85 | 1.78 | 1.22 | 0.32 | 1.29 | 1.70 | 1.66 | 1.48 | 1.20 |
| V(X ₃) | 0.43 | 0.20 | 0.45 | 0.47 | 0.42 | 0.06 | 0.30 | 0.73 | 0.40 | 0.32 | 0.26 |
| X ₄ | 2.53 | 1.99 | 3.01 | 2.01 | 2.36 | 2.18 | 4.21 | 1.56 | 2.30 | 2.96 | 3.16 |
| S(X ₄) | 1.11 | 0.61 | 1.18 | 0.96 | 0.86 | 0.35 | 0.38 | 1.06 | 1.01 | 0.87 | 1.06 |
| V(X ₄) | 0.44 | 0.31 | 0.39 | 0.48 | 0.37 | 0.16 | 0.09 | 0.68 | 0.44 | 0.29 | 0.33 |
| C · f(X ₁) | | | | | | | | | | | |
| n | 188 | 19 | 79 | 49 | 29 | 6 | 6 | 29 | 51 | 70 | 38 |
| a | 1.25 | 4.02 | 1.41 | 4.67 | 1.28 | 1.17 | 2.64 | | | 2.14 | 0.06 |
| b | 4.93 | 7.48 | 4.71 | 3.86 | 4.30 | 4.50 | 5.32 | | | 4.32 | 4.47 |
| r ² | 0.53 | 0.57 | 0.50 | 0.44 | 0.44 | 0.73 | 0.79 | | | 0.58 | 0.40 |
| n.s. | 99 % | 99 % | 99 % | 99 % | 95 % | 95 % | 95 % | 90 % | 90 % | 99 % | 95 % |
| C · f(X ₂) | | | | | | | | | | | |
| n | 188 | 19 | 79 | 49 | 29 | 6 | 6 | 29 | 51 | 70 | 38 |
| a | 2.99 | 4.72 | 2.36 | 5.67 | 0.31 | 3.91 | | 5.29 | 6.15 | 3.11 | 0.63 |
| b | 2.03 | 1.96 | 2.52 | 1.54 | 2.10 | 3.53 | | 1.70 | 1.43 | 2.17 | 1.70 |
| r ² | 0.47 | 0.48 | 0.62 | 0.63 | 0.60 | 0.60 | | 0.55 | 0.43 | 0.54 | 0.32 |
| n.s. | 99 % | 95 % | 99 % | 99 % | 99 % | 99 % | 90 % | 99 % | 99 % | 99 % | 95 % |
| C · f(X ₃) | | | | | | | | | | | |
| n | 130 | 17 | 62 | 47 | 17 | 4 | 3 | 28 | 48 | 57 | 17 |
| a | 13.67 | 13.95 | 13.51 | 13.71 | | 20.66 | 8.02 | 14.21 | 13.36 | | |
| b | 0.41 | 0.42 | 0.43 | 0.33 | | 1.80 | 0.41 | 0.73 | 0.24 | | |
| r ² | 0.35 | 0.36 | 0.34 | 0.29 | | 0.89 | 0.99 | 0.28 | 0.26 | | |
| n.s. | 99 % | 90 % | 99 % | 90 % | 90 % | 95 % | 99 % | 90 % | 90 % | 90 % | 90 % |
| C · f(X ₄) | | | | | | | | | | | |
| n | 150 | 17 | 62 | 47 | 17 | 4 | 3 | 28 | 48 | 57 | 17 |
| a | 13.55 | | 13.01 | 13.89 | 12.47 | | | 14.08 | 13.64 | 11.96 | |
| b | 0.68 | | 0.76 | 0.74 | 0.49 | | | 0.75 | 0.55 | 0.26 | |
| r ² | 0.40 | | 0.45 | 0.49 | 0.21 | | | 0.48 | 0.32 | 0.23 | |
| n.s. | 99 % | 90 % | 99 % | 99 % | 90 % | 90 % | 90 % | 99 % | 95 % | 90 % | 90 % |

Memoria: (1) Parámetros estadísticos: media aritmética (C), desviación estándar $s(C)$, coeficiente de variabilidad $V(C)$; resultados: función lineal donde C es la variable dependiente, y las variables $X_1 \dots X_4$ las independientes; n es el número de casos, a y b los parámetros de la línea de regresión, r^2 el coeficiente de correlación, y $n.s.$ el nivel de significación del coeficiente de correlación.

- (2) Valores para el conjunto del área de estudio.
- (3) Valores para L'Alt Urgell meridional.
- (4) Valores para L'Alt Urgell septentrional.
- (5) Valores para La Cerdanya meridional.
- (6) Valores para La Cerdanya septentrional.
- (7) Valores para El Capcir.
- (8) Valores para El Principat d'Andorra.
- (9) Valores para el tipo con dominio de las EACs.
- (10) Valores para el tipo con importancia de las EACs.
- (11) Valores para el tipo con dominio de las PPM.
- (12) Valores para el tipo con dominio de las EAQS.

Fuentes: Censo de superficies ocupadas por los cultivos agrícolas (1978), Recensement Général de l'Agriculture (1979-1980), mapas del Servicio Geográfico del Ejército (1:100.000 y 1:50.000), del Institut Géographique National; Carte de France (1:50.000), datos propios y cálculos sobre los mismos.

Aclaración: Se ha utilizado el manual de tablas estadísticas de ARKIN, COLTON, R. R., 1950, *Tables for statisticians*, Barnes & Noble Books (Harper & Row, Publishers), New York, 1963².

vel de significación en el ajuste del tratamiento horizontal. Por esta razón, la variable (X_4) aparece significativa solamente en el ajuste realizado a través del tratamiento vertical.

En el tratamiento horizontal de la variable (X_3), accesibilidad, se obtienen resultados muy clarificadores. En el Estado francés, con su alto nivel de desarrollo económico, las carreteras asfaltadas llegan a todas partes y la distancia-tiempo deja de ser una explicación significativa. En Andorra se obtiene un ajuste de signo contrario ya que las pocas EACs se localizan en los lugares menos accesibles al escoger las actividades terciarias los emplazamientos mejores, ya que pueden hacer frente a rentas del suelo más elevadas.

La variable (X_2), regadío potencial, es significativa al 99 % en las cuatro categorías de explotaciones agrarias. Este no es el caso de (X_1), evolución de las estructuras productivas, donde los ajustes para las categorías más altas (producción de las EACs dominante, y producción de las EACs importante) son poco significativos. Hecho que no desmerece, ya que de lo contrario podría implicar una autocorrelación espacial (ESTÉBANEZ; BRADSHAW, 1979) pues es evidente que las mejores explotaciones agrarias poseerán la mejor estructura productiva. Además, en nuestra investigación, estas explotaciones ya poseían una buena estructura al principio de nuestro periodo de estudio, el año 1950, y, por lo tanto, su evolución relativa es menor de la que se esperaría.

El tratamiento horizontal para la variable (X_3), accesibilidad, tampoco permite obtener resultados demasiado aceptables, debiendo considerarse útil para explicar partes del territorio o la totalidad, pero no para cualquier tipo de tratamiento desagregado. La variable (X_4), medio físico, nos muestra su significación para las categorías de dominio o importancia de las EACs. Circunstancia que da validez a una priorización del territorio con mejores condiciones naturales para la actividad comercial más rentable, la especialización lechera.

De estas breves consideraciones metodológicas podemos concluir que hay ajustes significativos, con un distinto grado de explicación, para las cuatro variables explicativas siempre que se utilice el conjunto de las observaciones. En el caso de (X_3) y (X_4) se excluirán las cuadrículas donde la aportación comercial no exista. De todas formas, se ha podido avanzar que esta significación disminuirá o aumentará al desagregar el conjunto de cuadrículas en los tratamientos horizontal y vertical. Estas sub-poblaciones estadísticas nos permitirán razonar la existencia de determinadas explicaciones parciales al modelo.

LA VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCCIÓN COMERCIAL

La aplicación del modelo de difusión en este estudio pretende explicar cuál es el proceso de propagación espacial de las EACs. Esta variable presenta dos formulaciones distintas según el tipo de análisis que se realice. En la simulación del modelo de difusión se utilizará como variable dependiente el número de EACs en cada cuadrícula de la malla, ya que permite una mayor operatividad en la aplicación de los números aleatorios. Ahora bien, en la fase inicial, cuando pretendemos obtener un valor del número de probabilidades que corresponden a cada cuadrícula de la malla, se empleará el concepto de volumen de leche aportada por las EACs, ya que permite una mayor exactitud a pesar de una mayor dificultad de cálculo.

La variable dependiente, en la versión volumen de leche aportada por las EACs, presenta un recorrido muy amplio al ir desde los 2.652.075 litros de la cuadrícula 10/14 hasta los 38 casos en los cuales hemos supuesto un solo litro. La transformación a través de los logaritmos Neperianos permitirá obtener una mejor distribución normal de los datos, lográndose así un mejor ajuste con las variables explicativas, ya que el recorrido será entre 14,79 y 0,00.

El coeficiente de variabilidad (BLALOCK, 1960) nos permite medir, en sentido relativo, el tipo de normalidad de los datos y por lo tanto la comparación entre distintas variables. Fijémosnos en la variable dependiente de nuestro estudio,

que con una desviación estándar de 4,883 y una mediana aritmética de 9,432 obtiene el coeficiente de variabilidad siguiente:

$$V(C) = \frac{S(C)}{\bar{C}} = \frac{4,863}{9,432} = 0,518$$

que podemos comparar con el de las variables (X_1), 0,508; (X_2), 0,504; (X_3), 0,417, y (X_4), 0,498, comprobándose su similitud y, por lo tanto, la corrección de realizar un ajuste lineal entre ellas.

Estudiando la distribución espacial de C (gráfico III), observamos dos grandes áreas donde se concentra la producción: una en el centro del Alt Urgell septentrional y la otra en La Cerdanya meridional con prolongación hacia la septentrional. En líneas generales coincide con los llanos del río Segre, pero con algunas excepciones; la frontera entre el Estado francés y el español representa una barrera que hace bajar, en dirección a Francia, los valores de esta variable. Estos valores, menores de los esperados, que se encuentran en la parte francesa se explican por la política agraria de la C.E.E., la terciarización de la economía y el ritmo de desarrollo más avanzado históricamente del Estado francés (TULLA, 1977). En las comarcas de alta montaña como sucede en El Capcir y Andorra, esta situación aún es más acusada. En el resto del área estudiada aparecen pequeñas zonas con producción comercial importante que coinciden con los valles, o su cruce con el valle principal.

LA TRANSFORMACIÓN DE LOS RENDIMIENTOS (X_1)

La evolución de la estructura productiva de la empresa agraria se obtiene a partir de la comparación entre los rendimientos de la producción de leche en el año 1950 (gráfico IV) y los rendimientos para el año 1980 (gráfico V). La transformación logarítmica Neperiana se realiza a partir de la relación siguiente:

$$\ln \frac{X_1('80)}{X_1('50)} = \ln X_1('80) - \ln X_1('50)$$

Tal como puede verse en la tabla II, se obtienen diversos niveles de significación para cada agregación, espacial o tipológica, de los 188 datos manipulados. Como ejemplo presentamos el ajuste lineal para el conjunto del área estudiada:

$$C = 1,25 + 4,93 X_1$$

obteniéndose un coeficiente de correlación ($r^2 = +0,5305$) con un nivel de significación del 99 %. Queda bien claro, pues, que hay una fuerte relación entre ambas variables, pudiendo analizar que la sensibilidad de la variable explicada (C) en relación a las variaciones de la explicativa (X_1) dé casi cinco veces, tal como nos indica el parámetro b .

A nivel espacial, estas relaciones son más fuertes en las áreas dentro del Estado español con niveles de significación superiores al 99 %; en el resto de áreas se llega solamente al 95 %. Trabajando con la tabla II vemos como L'Alt Urgell meridional, el que más ha tardado en incorporarse al proceso, durante el periodo estudiado nos muestra un valor de $b = +7,48$, lo cual quiere decir que por pequeñas variaciones en la estructura productiva se dan variaciones 7,5 veces más en la aportación de leche comercial.

Si ahora pasamos a analizar las diferencias en la relación $C = f(X_1)$ en el tratamiento vertical (agregación tipológica), obtenemos conclusiones interesantes. Primera, no hay una relación significativa entre la estructura productiva comercial y la mejora relativa de los rendimientos en las observaciones donde dominan o son importantes las EACs. Segunda, sí que es significativa esta relación donde dominan las explotaciones PPM o las EAQS. Estos resultados, que pueden seguirse en la tabla II, expresan que aquellas explotaciones que aportan un volumen importante de leche en base a una estructura productiva comercial, ya se desarrollaron en el periodo anterior al estudiado por nosotros. En la actualidad su situación se explicará mucho mejor por condiciones de medio físico y de uso potencial de suelo agrario para alimentar al ganado vacuno. Las explotaciones PPM al intentar evolucionar hacia una estructura más productiva, aún encuentran en esta variable una base explicativa importante.

EL REGADÍO POTENCIAL (X_2)

La segunda variable explicativa, en orden a su fuerza, es el regadío potencial destinado a prados y cultivos forrajeros. Para definir esta variable se ha partido de la superficie actual de regadío. En cada municipio se ha intentado identificar topográficamente las áreas de regadío de cada entidad de población, por proximidad. En algún caso dudoso se ha consultado con personas que pudieran conocer la situación. En cualquier caso, si hay errores serán a nivel de algunas entidades con poco regadío o de difícil identificación cartográfica. Además, se ha supuesto que toda la superficie en prados y cultivos forrajeros que exceda de la del regadío puede rendir, por lo menos, una cuarta parte del volumen cosechado en regadío. Por lo tanto podemos formular:

$$X_2 = \text{regadío (has.)} + \frac{\text{prados y cultivos (has.)} - \text{regadío (has.)}}{4}$$

y como se ha hecho para las otras variables, se transformará el valor en hectáreas por el correspondiente en logaritmos Neperianos.

Para el conjunto del área estudiada, obtenemos la línea de regresión siguiente:

$$C = 2,99 + 2,03 X_2$$

con un coeficiente de correlación ($r^2 = +0,473$) de un nivel de significación del 99 %. Las relaciones espaciales y tipológicas pueden estudiarse en la tabla II.

Los resultados obtenidos en la desagregación espacial nos muestran un alto grado de relación en las sub-comarcas de L'Alt Urgell ($r^2 = +0,62$), La Cerdanya meridional ($r^2 = +0,62$) y la septentrional ($r^2 = +0,60$). En estas tres áreas son muy importantes los regadíos, llegando a presentarse como la variable que puede explicar mejor la producción de las EACs en cada cuadrícula Lambert de nuestro modelo, claro está, en referencia a estas tres sub-comarcas antes citadas. Al mismo tiempo se puede observar que L'Alt Urgell meridional ($r^2 = +0,48$), con una gran tradición de cultivos no forrajeros y sin prados naturales, no está tan influenciado por esta variable como lo estaba por la X_1 . Sucede igual en El Capcir, aunque la explicación será la inexistencia de regadíos cultivados, las bajas temperaturas y la accesibilidad difícil a los actuales centros de transformación lechera.

Si analizamos la sensibilidad de la variable C frente a las variaciones de X_2 , podemos observar que la situación de partida es mejor en La Cerdanya meridional ($a = 5,67$) y L'Alt Urgell meridional ($a = 4,72$). En el primer caso, por la importancia de los regadíos antes del año 1950; y en el segundo, por una mayor independencia entre los regadíos y el uso del pienso para alimentar directamente al ganado vacuno. En cambio L'Alt Urgell septentrional ($b = 2,52$; $a = 2,36$), partiendo de una situación peor, logra una mejora cualitativa importante ya que muchos pueblos han realizado una reconversión de los cultivos tradicionales (trigo y patatas) en forrajeros de regadío. A pesar de ciertas diferencias, esta variable es de las más significativas en un sentido homogéneo en el territorio.

Es así porque para los distintos tipos del tratamiento vertical se obtiene una correlación aceptable en todos, y con un nivel de significación muy aceptable. Sólo el grupo de dominio de las EAQS obtiene un coeficiente de correlación ($r^2 = +0,32$) bajo y con un nivel de significación del 95 %. Esto puede explicarse porque donde la producción comercial casi ha desaparecido no importa que haya un poco o no de regadío potencial, ya que no se realizarán las inversio-

nes necesarias. Además, si nos fijamos en la tabla II vemos que los resultados de este grupo son débiles o malos en todas las variables.

LA ACCESIBILIDAD A LA RED DE RECOGIDA DE LA LECHE (X_3)

En los planteamientos iniciales, ésta era una de las hipótesis en que habíamos puesto más esperanzas (CHISHOLM, 1957). Sin embargo, el resultado, aunque es significativo, no explica tanto como esperábamos las variaciones en la producción de las EACs. Aquí la accesibilidad tiene dos vertientes: la situación de cada entidad de población relacionada con la red principal de comunicaciones, pero también el acceso a los emplazamientos de las empresas que recogen la leche producida en el área de estudio.

Ante este doble planteamiento, se ha definido la accesibilidad de cada entidad como la distancia en minutos a la red principal multiplicada por la distancia, también en minutos, desde el punto donde enlazan con la red principal hasta la fábrica más cercana (gráfico VII). Este concepto, después de la transformación en logaritmos Neperianos, quedará formulado como la mejor accesibilidad pontecial a la red de recogida de la leche (X_3):

$$X_3 = (\text{mejor acceso a la red}) \cdot (\text{mejor acceso a la fábrica})$$

$$\ln X_3 = \ln (\text{mejor acceso a la red}) + \ln (\text{mejor acceso a la fábrica})$$

Estos cálculos, siempre difíciles, se han realizado después de elaborar un gráfico (TULLA, 1981) en el que cada eje tiene una ponderación en minutos. Cuando mayor sea el valor de la variable X_3 , menos accesible será aquella localidad.

Al aplicar el análisis de regresión para el conjunto del área no se obtuvo, inicialmente, un resultado significativo. Sin embargo, al excluir aquellas observaciones en que la producción comercial era cero sí que se obtuvo una relación válida:

$$C = 13,67 - 0,41 X_3$$

con un coeficiente de correlación ($r^2 = -0,346$) de un nivel de significación del 99 %.

Como ya hemos adelantado, esta variable es poco explicativa; La Cerdanya septentrional nos muestra una total independencia entre C y X_3 por el elevado nivel de desarrollo de la infraestructura viaria así como de la terciarización de su economía. Situación aún más extrema en Andorra donde se llega a una relación significativa pero de orden inverso: más producción comercial cuanto menos ac-

cesible. En base a este comportamiento hemos realizado el supuesto de que al no explicar las variaciones de C para estas dos sub-comarcas, debíamos excluirlas en el cálculo del conjunto del área. Así puede verse en la tabla II, donde se hace un ajuste lineal en base a 130 cuadrículas, habiéndose excluido las que no aportan leche de las EACs y todo el resto de las dos sub-comarcas antes analizadas. El resto de sub-comarcas posee unos parámetros semejantes al conjunto con excepción del Capcir, que por ser una clara muestra de un área de alta montaña aparece altamente correlacionada.

En el tratamiento vertical de esta variable, se puede comprobar que la accesibilidad es más explicativa en las localizaciones con dominio o importancia de las EACs que en donde la estructura productiva es mala. Es decir, en las entidades con una producción comercial baja ya hay otras razones más explicativas de su deterioro, y por lo tanto no es significativo que exista una mejor o peor accesibilidad. Por el contrario, en los pueblos más productivos sí que puede mejorar su aportación comercial con una mejor accesibilidad. Para corroborar esta afirmación se realizó un ajuste lineal $C = f(X_3)$ para las 76 cuadrículas con dominio o importancia de las EACs, obteniéndose un coeficiente ($r^2 = -0,485$) muy significativo (n.s. = 99 %). Esto demuestra que han abandonado la producción comercial aquellos pueblos con una accesibilidad baja.

EL MEDIO FÍSICO COMO VARIABLE COMPUESTA (X_4)

En un área de montaña, las características del medio físico aparecen como las más importantes. Nos atreveríamos a decir que en la montaña es un condicionante de las actividades agrarias mucho mayor que en las zonas llanas. Esta creencia, tal como sucedía con la accesibilidad, parecía importante para explicar una situación de cambio en una área de relieve difícil. Los payeses, ante la alternativa de encontrar trabajos mejor remunerados en las ciudades — tanto de dentro como de fuera de la comarca — sólo permanecían en aquellas explotaciones agrarias que reunían ciertas condiciones económicas, pero también una buena accesibilidad y un entorno natural adecuado. Esta hipótesis aparecía como obvia en las entrevistas realizadas en los años 1973 y 1975.

Ante los resultados obtenidos al relacionar la variable X_4 con C , para el año 1980 surgió la duda de si esta actitud era más propia de la década 1960-1969 que del momento actual. Al efectuar las correlaciones, observamos que el medio físico explica más el medio físico y la producción total de leche del año 1960 ($r^2 = -0,48$) que la producción comercial de leche del año 1980 ($r^2 = -0,40$). Ello nos permite afirmar que a partir de una cierta base de las explotaciones comerciales éstas se desarrollaran por razones distintas del medio físico. Al mismo

tiempo, las malas explotaciones que se podrían explicar por el medio físico ya han desaparecido en 1980.

Este razonamiento es importante ya que apoya la idea de que la producción comercial de leche se desarrolla en las áreas de montaña en base al principio de la ventaja comparativa. Las zonas más accesibles y con un medio físico «menos malo» son aquellas que obtendrán mayores producciones de leche comercial, en relación al conjunto del territorio. Sus costes serán relativamente bajos ya que aprovecharán parte de las ventajas del medio natural de montaña, así como también la mayor explotación que está dispuesto a aceptar un payés de sí mismo; y, en cambio, no tendrá las desventajas del medio natural más extremado.

La definición de la variable medio físico es el resultado de relacionar diversos conceptos: la altitud, la pendiente del terreno, la pluviometría, la orientación de los campos para la insolación, y el peligro de heladas en el periodo de mayor intensidad de cultivos forrajeros (mayo-octubre). La altitud es muy difícil de concretar, ya que a medida que el río Segre se va abriendo camino hacia las tierras bajas, las montañas de esta parte de los Pirineos son cada vez más bajas, pero su altitud en relación con el fondo del valle continúa siendo importante. Para solucionar este problema, hemos relacionado las alturas de las comarcas de L'Alt Urgell y Andorra con La Seu d'Urgell (764 m.), y las de La Cerdanya y El Capcir con Puigcerdà (1.192 m.). Estas dos poblaciones de referencia, que son los principales centros de producción y recogida de la leche, tendrán un valor de la altitud relativa igual a 1,00. Una población como Canillo (1.832 m.), en Andorra, tendría un índice 2,40; y otra como Aguilar de Bassella (460 m.), en L'Alt Urgell meridional, tendría una altitud relativa de 0,60. En el gráfico VIII podemos ver la distribución espacial de las altitudes medias antes de esta transformación.

Para el cálculo de las pendientes relativas (gráfico IX) se ha realizado una operación similar. En este caso los índices se establecen en relación a la pendiente media del grupo con dominio de la producción comercial ($n = 29$), que es de un 6 %. Entonces Canillo, con una pendiente del 8,9 %, tendrá un índice del 1,48; y Aguilar de Bassella, con una pendiente del 3,2 %, tendrá un índice del 0,58.

Después de la transformación de estas variables en índices éstos serán comparables, pudiéndose obtener una variable combinada de ambos. Esta combinación expresa la posibilidad de lugares llanos mecanizables situados a gran altura o, por el contrario, zonas accidentadas a baja altura. En cualquier caso los valores bajos expresarán situaciones más favorables.

Aparte de estas dos características principales se han intentado recoger tres características más: primera, la localización orientada al sol, primando este hecho con una deducción de un 10 % sobre el índice combinado; segunda, la plu-

viometría, que hemos concretado con una deducción del 5 % a partir de los 800 metros de altitud; y, tercera, la inexistencia de peligro de heladas entre mayo y octubre, que permite la reducción de otro 5 %. De esta forma, la variable explicativa medio físico (X_4) quedaría formulada como:

$$X_4 = \frac{a_i}{\bar{a}} + \frac{p_i}{\bar{p}} - \frac{s \cdot 10}{100} - \frac{pl \cdot 5}{100} - \frac{h \cdot 5}{100}$$

donde la altitud media (\bar{a}) toma los valores antes citados según comarca, y la pendiente media es $\bar{p} = 6,0$; s es la variable insolación; pl , pluviometría; y, h , la inexistencia de heladas en mayo-octubre. En este caso no será necesario transformar la variable en logaritmos Neperianos ya que su normalidad es aceptable (tabla II).

Las subcomarcas de l'Alt Urgell septentrional ($r^2 = -0,45$) y La Cerdanya meridional ($r^2 = -0,49$) son las que ofrecen una mayor relación entre las variables medio físico y producción comercial. En estas áreas las explotaciones comerciales han logrado desarrollarse en las mejores condiciones físicas, desapareciendo las EACs de los pueblos situados a gran altura o con tierras de mucha pendiente. La similitud entre estas dos subcomarcas también se observa en el comportamiento de la variable C ante variaciones de X_4 , ya que las pendientes de sus rectas de regresión son: $b = -0,76$ y $b = -0,74$.

Si ahora nos fijamos en el tratamiento vertical, por tipos de explotaciones agrarias, queda muy claro que la fuerza de explicación de la variable C por parte de X_4 disminuye a medida que el peso de las EACs es menor. Este resultado fundamenta una vez más que la accesibilidad y el medio físico son variables explicativas donde hay una producción comercial importante, ya que cuando no la hay su relación se convierte en casual.

Las cuadrículas sin EACs, o con poco peso de las mismas, explicarán su situación por otras variables. Se podría hablar de la sustitución de actividades (la terciarización como variable impulsora y la construcción como resultado); de la política agraria del Estado francés (contraria a la producción de leche en la montaña); de la mayor posibilidad de comercializar los productos lácteos de cualidad (en la gran conurbación barcelonesa); del déficit crónico en productos lácteos en el Estado español, así como del envejecimiento de la población o la estructura agraria (dimensión de las explotaciones y régimen de tenencia de la tierra). Esto sería la explicación residual, en parte, aunque en nuestro modelo se intentará explicar a través de la generación de nuevas EACs en el proceso espacio-tiempo.

LA CONSTRUCCIÓN DE LAS MALLAS DE PROBABILIDADES: FIJA Y MÓVIL

Supongamos que se dispone de 10.000 probabilidades para distribuir entre las 188 cuadrículas Lambert donde hay entidades de población localizadas. La posibilidad de que surja una nueva explotación comercial dependerá de dos factores básicos: primero, de la potencialidad del medio humano y físico de cada cuadrícula; y, segundo, de la potencialidad de localizarse una nueva EAC en el periodo t por la mayor proximidad a otra EAC ya existente en el periodo $t-1$. El primer factor será un valor fijo para cada una de las 188 cuadrículas, después de calcularse el potencial imputable a cada localización como resultado de validar la relación de la variable C con las cuatro variables explicativas (X_1 , X_2 , X_3 , X_4). El segundo factor variará en cada nueva simulación al desplazarse el centro de la malla móvil de probabilidades, deducida de la relación entre la localización de una explotación comercial (EAC) innovadora del periodo $t-1$ y de las actuales.

Para dar respuesta al primer factor, la malla con probabilidad fija en cada cuadrícula, los modelos de difusión clásicos (HÄGERSTRAND, 1965) utilizan el número potencial de adoptantes que se pueden contabilizar en cada una de ellas. En nuestra investigación, ya que el número de EACs no puede substituirse por el censo de explotaciones agrarias o por el de los agricultores en activo, se deberá ponderar el peso correspondiente a cada variable explicativa y, después de sumarlos, hacer la repartición entre todas las cuadrículas. Este sistema alternativo de adjudicación de probabilidades a través de las causas, en vez del resultado potencial, está en la línea de algunos trabajos realizados en Gran Bretaña sobre localización industrial (TIDSWELL; BARKER, 1971).

Para calcular la malla fija de probabilidades, el primer paso será establecer el peso de cada variable. Si nos fijamos en las correlaciones entre la variable a explicar C y cada una de las explicativas (tabla II) para el conjunto del área estudiada, podemos comprobar que X_1 y X_2 tienen valores similares ($r^2 = +0,53$ y $r^2 = +0,47$) así como X_3 y X_4 ($r^2 = -0,35$, y $r^2 = -0,40$), siempre con un nivel de significación del 99 %. Por lo tanto suponemos que, sobre 100, las dos primeras variables poseen una capacidad explicativa del 30 % cada una de ellas, y las dos segundas del 20 %, igualmente por separado.

A partir de este supuesto se repartirán 3.000 probabilidades sobre 10.000 a X_1 ; 3.000 a X_2 ; 2.000 a X_3 , y 2.000 a X_4 . La repartición de las probabilidades se realizará, primero, dividiendo el número total correspondiente a cada variable por el número máximo de cuadrículas posibles ($n = 188$), y, segundo, el resultado obtenido por el valor de la media aritmética de dicha variable. El resultado final será el número de probabilidades que corresponderán a cada cuadrícula

según el número de unidades — expresadas en valores transformados (ln o índices)— que en ella se localicen. Es decir:

$$I) \bar{X}_1 = 1,66; \frac{3.000 \text{ probabilidades}}{188 \text{ cuadrículas}} = 15,96; \frac{15,96}{1,66} = 9,61 \text{ pb.}$$

$$II) \bar{X}_2 = 3,22; \frac{3.000 \text{ probabilidades}}{188 \text{ cuadrículas}} = 15,96; \frac{15,96}{3,22} = 4,96 \text{ pb.}$$

$$III) \bar{X}_3 = 4,19; \frac{2.000 \text{ probabilidades}}{188 \text{ cuadrículas}} = 10,64; \frac{10,64}{4,19} = 2,54 \text{ pb.}$$

$$IV) \bar{X}_4 = 2,31; \frac{2.000 \text{ probabilidades}}{188 \text{ cuadrículas}} = 10,64; \frac{10,64}{2,31} = 4,61 \text{ pb.}$$

En los casos de las variables X_3 y X_4 , como las relaciones son negativas, se planteará que para:

$$\bar{X}_3 - (X_3)_i < 0; \text{ y } \bar{X}_4 - (X_4)_i < 0$$

se imputarán 2,54 y 4,61 probabilidades por cada unidad negativa. A partir de $(X_3)_i$ y $(X_4)_i$ cuando su valor sea superior a X_3 ó X_4 se supondrá que existen cero probabilidades. Las 10,64 probabilidades, valor máximo a adjudicar a la variable X_3 , se adjudicarán a aquellas cuadrículas en las que $(X_3)_i = 0$, es decir, las más accesibles. En el caso de la variable X_4 , el valor máximo que se puede alcanzar será 10,64 probabilidades cuando $(X_4)_i = 0$, es decir, las cuadrículas con un medio físico más favorable.

Después de aplicar estos supuestos y valoraciones, y como resultado de la asimetría en la distribución de todas las variables y especialmente de los valores extremos que no se han considerado de X_3 y X_4 , se llega a la distribución de probabilidades siguiente:

I) la variable X_1 con 3.027 probabilidades representa un 30,27 % de la explicación de la variable dependiente C.

II) La variable X_2 con 3.001 probabilidades, lo cual quiere decir una explicación de C del 30,01 %.

III) La variable X_3 , con 357 probabilidades, representa solamente un 3,57 % de la explicación de C.

IV) Y, la variable X_4 , con 279 probabilidades, aporta un 2,79 % a la explicación de C.

La suma de la explicación realizada por estas cuatro variables es del orden de un 66,64 %, es decir, 6.664 probabilidades fijas sobre un total de 10.000 (tabla I y gráfico X). Las restantes 3.436 probabilidades, se supone, corresponden a la explicación «residual» a través de la malla móvil.

En los estudios clásicos (HÄGERSTRAND, 1965), para construir esta malla móvil se ha utilizado el número de llamadas telefónicas entre los agricultores que se desplazan o el número de contactos entre cada habitante de una población considerada, aunque siempre en relación con la distancia. En esta investigación se ha substituido por una relación entre cada EAC del periodo t con las más próximas del periodo $t-1$, midiendo su distancia en minutos. Los resultados pueden analizarse en la tabla III.

De este análisis se deduce que a partir del año 1965, en el que aumenta rápidamente el número total de nuevas EACs, la relación es de un solo signo: a medida que aumenta la distancia desde la antigua localización, disminuye el número de nuevas localizaciones. Esta relación se acentuará a medida que vayan aumentando las nuevas localizaciones, como puede observarse en los valores de la pendiente de las rectas de regresión. Esta situación, que puede estudiarse visualmente en el gráfico XIX, muestra una relación doble al principio del proceso. Las nuevas EACs no se localizan muy cerca de las cuatro primeras EACs del año 1950, sino a una distancia media, pero a medida que se densifica el número de explotaciones comerciales innovadoras sí que se consolida una relación claramente establecida en el sentido de las obtenidas para los periodos 1975/1970 y 1980/1975.

En nuestra investigación, basándonos en la relación observada para el último periodo, hemos construido una malla móvil tal como puede seguirse en la tabla IV. Entonces, dado que la distancia de una cuadrícula de nuestra malla Lambert, desde el centro de la misma a la más próxima, es de 2,5 km, y suponiendo una velocidad media de 60 km/hora, la distancia relativa será de 2,5 minutos. En la tabla IV, esta transformación correspondería al intervalo de 2-3 minutos. Si ahora medimos todas las distancias desde el centro de un cuadrado que estuviera en el centro de una malla de 5×5 cuadrados (parte inferior derecha del gráfico X) obtendremos las distancias representativas de 0,00 km; 2,50 km; 5,00 km; 6,04 km; y 7,08 km. Si ahora interpolamos estos valores en la ecuación obtenida para el periodo 1980/1975, se llegará a la estimación de los valores expresados en la tabla IV.

Estas cifras de la tabla IV corresponderán a los valores de la malla móvil. Con los valores de ambas mallas (gráfico X) ya se dispondrá de suficientes datos técnicos de base para realizar la simulación del proceso de difusión de las explotaciones comerciales innovadoras (EACs) en el área de estudio.

TABLA III

Transformación en logaritmos neperianos del número de casos
—nuevas EACs— que hay en cada intervalo en que se ha dividido
la distancia-tiempo desde el centro —localización de una EACs
del período anterior— hasta la periferia

| Intervalos (en minutos) | t = 1960 t—l = 1950 | t = 1965 t—l = 1960 | t = 1970 t—l = 1965 | t = 1975 t—l = 1970 | t = 1980 t—l = 1975 |
|----------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 0 a 1) | 0.00 | 2.48 | 3.14 | 4.54 | 4.78 |
| 1 a 2) | 0.69 | 2.08 | 2.83 | 3.30 | 3.56 |
| 2 a 3) | 1.10 | 1.79 | 2.56 | 3.00 | 2.40 |
| 3 a 4) | 1.39 | 1.61 | 2.20 | 2.94 | 2.08 |
| 4 a 5) | 2.08 | 1.39 | 1.95 | 2.56 | 1.39 |
| 5 a 6) | 1.79 | 1.39 | 1.39 | 2.30 | 0.69 |
| 6 a 7) | 0.69 | 1.61 | 1.61 | 2.20 | 0.00 |
| 7 a 8) | 0.69 | 1.95 | 1.95 | 1.39 | 0.00 |
| 8 a 9) | 0.00 | 1.10 | 1.10 | 1.95 | |
| 9 a 10) | 0.00 | 0.69 | 0.69 | 1.61 | |
| 10 a 11) | | 1.10 | 0.00 | 1.10 | |
| 11 a 12) | 0.00 | 0.00 | 1.10 | 0.69 | |
| 12 a 13) | | 1.10 | 0.69 | 1.10 | |
| 13 a 14) | | 0.00 | 1.10 | 0.69 | |
| 14 i més | | 1.10 | 1.10 | 0.69 | |

Fuentes: cálculos propios.

Las relaciones, para cada período, entre el número de nuevas exploraciones agrarias (r) y la distancia-tiempo (t) pueden expresarse a través de las ecuaciones de regresión lineal siguientes (ver gráfico XIX):

| | |
|----------|---|
| 1960/50: | $e = 0.163 + 0.186 d; r^2 = 0.980$ (n.s. 99 %) |
| | para la área más cercana al centro, y para la más lejana. |
| | $e = 3.219 - 0.323 d; r^2 = 0.800$ (n.s. 95 %) |
| 1965/60: | $e = 2.225 - 0.124 d; r^2 = 0.638$ (n.s. 99 %) |
| 1970/65: | $e = 2.797 - 0.165 d; r^2 = 0.715$ (n.s. 99 %) |
| 1975/70: | $e = 3.802 - 0.240 d; r^2 = 0.906$ (n.s. 99 %) |
| 1980/75: | $e = 4.581 - 0.680 d; r^2 = 0.957$ (n.s. 99 %) |

LA TÉCNICA DE LA SIMULACIÓN. LOS SUPUESTOS DEL MODELO

La simulación es un proceso estocástico ya que depende del azar (THOMAS; HUGGETT, 1980). En nuestra investigación estudiamos la evolución del sistema

agrario, en base a las EACs, planteando la ley de probabilidades en función del tiempo. A cada periodo t analizado le corresponde una generación de nuevas localizaciones de EACs de acuerdo con los números aleatorios obtenidos. En este estudio hemos utilizado el programa de la *Hewlett-Packard 25* que genera números aleatorios dentro de unos límites ($0,0000 \leq U_i \leq 1,0000$), que en nuestro caso cubrirán 10.000 posibilidades distintas. Este método aplica unas propiedades estocásticas al mundo real. Sin embargo, este mundo real se ha simplificado estableciendo unos supuestos definidos por restricciones de las características de los elementos que lo forman. Asimismo, existen distintas limitaciones de tipo técnico.

El mundo que estudiamos es el área de montaña que abarca las comarcas del Alt Urgell, La Cerdanya, El Principat d'Andorra y El Capcir. Toda la información humana y física que pueda ser de interés ha sido sumariada en la malla cuadrículada Lambert. De las 517 cuadrículas solamente se analizan las 188 en las que hay alguna entidad de población con producción de leche en algún momento, entre los años 1950 y 1980. El proceso que se quiere estudiar en este mundo real es la existencia de EACs que se propagan, hasta poder llegar a localizarse en los 188 cuadrados.

Este mundo, cuadrículado, no es uniforme en términos probabilísticos por dos razones. Primera, la capacidad potencial para que surja una nueva EAC depende de las características económicas y del medio físico tal como se ha definido por el número de probabilidades de cada cuadrícula en el apartado anterior. Segunda, con independencia de las características del medio humano y físico, se considerará que en cada periodo t pueden surgir tantas EACs nuevas (más de 50.000 litros por explotación y año) como explotaciones de tipo PPM (de 25.000 a 50.000 l) hayan en el periodo precedente, $t-1$.

Además, el número de nuevas EACs que surgen en cada cuadrícula, en el periodo t , no es espacialmente independiente ya que este número depende directamente de la localización de las EACs al final del periodo anterior, $t-1$ (HÄGERSTRAND, 1965). La única variación, rompiendo con este determinismo estadístico, surgirá del cálculo de una nueva malla móvil de probabilidades al final de cada periodo, t , para aplicarla al siguiente, $t+1$ (TARRANT, 1974).

En este sentido, la aplicación de la malla móvil de probabilidades sobre la malla fija acentuará el potencial receptivo, en el periodo t , de nuevas EACs para aquellas cuadrículas que están cerca de EACs en el periodo $t-1$. Operación que concentraría, después de varios periodos, todas las EACs en las cuadrículas próximas a las primeras localizaciones sino fuera porque el modelo utilizado intenta resumir la realidad de las áreas de montaña de forma compartimentada.

La mayor parte de los modelos parten de las restricciones propias de un espacio isomórfico: la gran planicie con una uniformidad del medio físico, de las

materias primas o de la densidad de población. En nuestro modelo partimos de la situación opuesta: un espacio con marcadas desigualdades físicas y de poblamiento. Por lo tanto definiremos, técnicamente, las siguientes características:

I) Las EACs existirán y podrán propagarse solamente por las 188 cuadrículas que poseen un valor en la malla de probabilidades fijas. Las restantes cuadrículas aunque reciban, en una tirada del proceso de simulación, probabilidades de la malla móvil superpuesta, no podrán aceptarse como válidas. Por lo tanto, si la generación de un número aleatorio nos da un resultado de ese tipo, deberá refutarse y repetirse.

II) La inexistencia de comunicaciones entre grupos de cuadrículas potencialmente receptivos, así como la existencia de accidentes físicos importantes, puede considerarse como una barrera. En este caso quedarán eliminados de la malla móvil todos los cuadrados que, en línea recta desde la localización de donde parte la difusión, queden al otro lado de la barrera.

TABLA IV

Distribución de las probabilidades —malla móvil— alrededor de las localizaciones de las explotaciones comerciales —EACs— en cada momento

| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) |
|------|--------|-----|----------|-----|---------|-------|
| 0,00 | 4,581 | 98 | 74,80 % | 1 | 74,80 % | 2.572 |
| 2,50 | 2,882 | 18 | 13,76 % | 4 | 3,44 % | 118 |
| 3,54 | 2,175 | 9 | 6,88 % | 4 | 1,72 % | 59 |
| 5,00 | 1,183 | 3 | 2,28 % | 4 | 0,57 % | 19 |
| 6,04 | 0,476 | 2 | 1,54 % | 8 | 0,19 % | 7 |
| 7,08 | -0,230 | 1 | 0,76 % | 4 | 0,19 % | 6 |
| | | 131 | 100,00 % | 25 | | 3.436 |

Memoria: (1) Distancia (d), en kilómetros.

(2) Logaritmo neperiano del número de explotaciones comerciales (EACs): $\ln C$.

(3) Número de explotaciones comerciales (EACs); antilogaritmo neperiano de C.

(4) Porcentaje de las explotaciones comerciales según la distancia.

(5) Número de cuadrados para una misma distancia.

(6) Porcentaje de nuevas explotaciones comerciales en cada cuadrado situado a una misma distancia.

(7) Distribución de las probabilidades en la malla móvil que se utilizará en el modelo de difusión empleado en nuestra investigación.

Fuentes: Datos y elaboración propia.

TABLA V

Leche aportada —en miles de litros— a las empresas que operan en el área de estudio y desde esta misma área de estudio

| Empresas (localización) | Año 1970 | | Año 1980 | |
|---|------------|-------|------------|-------|
| | Tot. leche | % | Tot. leche | % |
| Coop. de Cadí (La Seu d'Urgell) | 22.341,0 | 43,5 | 38.035,9 | 53,4 |
| Lleteries (La Seu d'Urgell) ¹ | 13.064,4 | 25,5 | 12.434,0 | 17,4 |
| S.A.L.I. (Puig.); Castillo (Ger) ² | 2.871,8 | 5,6 | 6.871,8 | 9,6 |
| Boladeras (Llívia) ³ | 1.577,6 | 3,1 | | |
| Coop. Cerdanya (Puigcerdà) | 5.980,5 | 11,7 | 7.155,3 | 10,0 |
| R.A.M.; Castillo (Mollerussa) ⁴ | 525,6 | 1,0 | 2.472,0 | 3,5 |
| CIMELAIT (Er-Sallagosa) | 4.942,9 | 9,6 | 4.363,1 | 6,1 |
| Conjunto del área estudiada | 51.303,8 | 100,0 | 71.332,1 | 100,0 |

Memoria: 1) Aquí no se incluye la leche recogida por esta empresa en el Pallars Sobirà, que desde 1975 le permite un aumento importante de la leche transformada. Aproximadamente, en el año 1980 se recogieron unos 23 millones de litros en conjunto.

2) La S.A.L.I., que tenía varias fábricas —una de ellas en Puigcerdà—, cerró sus puertas en el año 1973. A partir de 1975, El Castillo de Mollerussa se ha hecho cargo de la mayoría de sus aportantes, construyendo un centro de recogida en Ger. La fábrica de Puigcerdà ha sido adquirida por la Cooperativa de Cerdanya en 1981.

3) La empresa y fábrica de Llívia se cerró en 1977.

4) Desde el año 1970 hasta el 1975, la R.A.M. va traspasando aportantes a El Castillo, que recogerá esta leche desde su fábrica de Mollerussa. Esta última empresa, el año 1980 procesaba más de 250 millones de litros de leche.

Fuentes: Datos facilitados por las propias empresas, propios y elaboración personal.

III) Cuando un número aleatorio señale un cuadrado potencialmente receptivo para una nueva localización de una EAC, quedará invalidado si no hay una explotación PPM en el periodo anterior en algún municipio del Área Operativa Intermedia (TULLA, 1981) donde se halle dicho cuadrado. Las AOI son 28 unidades de estudio intermedias entre la dimensión del municipio y la comarca, que facilitan la aplicación del modelo de difusión en nuestro caso.

Establecidas estas condiciones, habremos de prever el número de explotaciones de cada tipo existentes en cada periodo. Es especialmente importante si queremos hacer predicciones en base a la simulación. En todo modelo de difusión se plantean cuatro fases: inicio moderado, expansión creciente, expansión decreciente y saturación final (GOULD, 1969). Este proceso se expresará matemáticamente a través de la curva logística (gráficos XX y XXI). Esto quiere decir que

en todo análisis debemos comprobar en qué fase del modelo se encuentra cada periodo estudiado.

Entonces, toda simulación que empiece desde unas localizaciones, se irá complicando hasta llegar a una saturación. En este punto, ya no habrán nuevos elementos, solamente se darán cambios de localización de los antiguos elementos o habrá una desaparición de viejos elementos substituidos por otros nuevos, pero en cualquier caso sin superar en número a los que había en el periodo anterior.

A partir de una misma localización inicial de elementos innovadores del periodo *t*, T. HÄGERSTRAND (1965), aplicando tres procesos estocásticos independientes, llega en la fase de saturación a distribuciones espaciales muy similares. Este resultado pone en evidencia que toda simulación puede desarrollarse siguiendo trayectorias distintas, pero si se llega al final de un proceso, las probabilidades para que la predicción espacial coincida con características similares son muy elevadas. La principal conclusión, para una validez de este modelo, apunta hacia la necesidad de analizar procesos completos y no parciales. Aplicando este principio a nuestra investigación, se intentará predecir cuál será la distribución de las EACs hacia el año 2000, ya que parece corresponder al periodo con saturación, en el área estudiada.

ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN 1950-1980 POR TIPOS DE EXPLOTACIONES AGRARIAS

Los datos utilizados para el periodo 1950-1980 han sido obtenidos en base a una investigación directa (TULLA, 1981). En cambio, los datos a partir del año 1980 se han estimado a partir de un modelo de proyección estadístico que, con las restricciones establecidas, nos permite prever cuál será el ritmo de crecimiento y el volumen de leche comercializada por cada tipo de explotación agraria. Para el conjunto del área estudiada podemos ver el conjunto de esta información en la tabla VI y el gráfico XXII.

Estas series estadísticas, que presentamos más desagregadas en la investigación citada repetidamente (TULLA, 1981), se presentan con mayor o menor exactitud desde principios de este siglo. Ya se encuentran diversas referencias previas muy significativas. En el año 1888, Bartomeu Carbonell de Gorguja, Llivia, (GALCERAN, 1974), ya era conocido por la comercialización a gran escala del queso Gruyere y la mantequilla cerdana. Al mismo tiempo, cerca de Puigcerdà, en un local al lado del Molí de la Granota, Ramón Vergés, fabricante de quesos y mantequilla, participaba en el año 1897 en ferias de la alimentación. Estas serían las dos primeras constataciones de un proceso de elaboración comercial de derivados de la leche.

TABLA VI

Evolución y perspectivas (1915-2015). Producción de leche comercializada en miles de litros y según el tipo de explotación agraria para el total del área de estudio

| Año | Volumen de leche aportada | | | | Número de aportantes | | | |
|-------------------|---------------------------|--------|--------|---------|----------------------|-------|-----|------|
| | Total | EAQS | PPM | EACs | Total | EAQS | PPM | EACs |
| 1915 ¹ | 273 | 273 | 0 | 0 | 250 | 250 | 0 | 0 |
| 1923 ¹ | 3.005 | 2.979 | 26 | 0 | 919 | 918 | 1 | 0 |
| 1930 ¹ | 5.189 | 5.085 | 104 | 0 | 1.515 | 1.511 | 4 | 0 |
| 1936 ¹ | 10.199 | 9.977 | 222 | 0 | 2.255 | 2.247 | 8 | 0 |
| 1941 ¹ | 12.549 | 12.041 | 509 | 0 | 2.619 | 2.602 | 17 | 0 |
| 1945 ¹ | 15.545 | 14.602 | 943 | 0 | 2.915 | 2.881 | 34 | 0 |
| 1950 | 20.414 | 18.406 | 1.747 | 262 | 3.100 | 3.040 | 56 | 4 |
| 1955 ¹ | 29.687 | 24.968 | 4.244 | 475 | 3.197 | 3.054 | 135 | 8 |
| 1960 | 35.067 | 25.530 | 8.352 | 1.185 | 3.113 | 2.809 | 286 | 18 |
| 1965 | 40.269 | 22.961 | 14.161 | 3.148 | 2.702 | 2.194 | 466 | 42 |
| 1970 | 51.304 | 17.319 | 26.973 | 7.012 | 2.347 | 1.446 | 812 | 89 |
| 1975 | 60.768 | 11.575 | 23.188 | 26.005 | 1.912 | 949 | 658 | 305 |
| 1980 | 71.332 | 8.020 | 17.082 | 46.231 | 1.549 | 607 | 468 | 484 |
| 1985 ² | 91.302 | 6.443 | 13.489 | 71.369 | 1.420 | 526 | 369 | 525 |
| 1990 ² | 114.054 | 4.841 | 10.534 | 98.678 | 1.263 | 404 | 291 | 568 |
| 1995 ² | 128.225 | 3.657 | 8.150 | 116.418 | 1.131 | 312 | 201 | 618 |
| 2000 ² | 134.736 | 2.779 | 6.521 | 125.436 | 1.082 | 240 | 184 | 658 |
| 2005 ² | 136.856 | 2.125 | 5.184 | 129.547 | 1.003 | 185 | 148 | 670 |
| 2010 ² | 137.140 | 1.635 | 4.167 | 131.338 | 936 | 142 | 119 | 675 |
| 2015 ² | 137.156 | 1.293 | 3.494 | 132.369 | 886 | 110 | 98 | 678 |

Fuentes: Estos datos han sido obtenidos por el propio investigador, a través de las empresas o directamente, con las particularidades de:

— ¹ información válida a nivel global de empresa y distribución estimada a nivel de pueblos;

— ² valores estimados en base a la serie de datos y con ajuste logístico por tipos de explotaciones agrarias y total.

Abreviaciones: Explotaciones agrarias de casi subsistencia (EAQS), pequeñas productoras de mercancías (PPM) y de tipo comercial (EACs).

Sin embargo, el hecho más importante será la constitución en La Seu d'Urgell, el año 1915, de la *Cooperativa Lletera del Cadí*, por iniciativa de Josep Zulueta i Gomis y acogida a la Ley de Sindicatos agrícolas de 1906 (REBES GOMA, 1962). Este hecho no significa solamente el inicio de una fabricación industrial en gran escala, sino también un cambio en el uso de la superficie agraria útil. Se

utilizaron nuevas variedades de gramíneas, traídas de Santander, para transformar las tierras de regadío en prados naturales. Asimismo, se inicia la importación de algunas vacas suizas destinadas a la cría, aunque con la idea de aprovechar la leche sobrante para la fabricación de productos derivados como la mantequilla y el queso. Debe tenerse en cuenta que a finales del siglo XIX el cultivo básico de la Ribera d'Urgellet era el viñedo, siendo los cereales y las leguminosas de grano los productos más comunes de las tierras altas. La filoxera agravó el panorama, ya difícil, de estos cultivos que con los avances agrarios en las tierras llanas quedaban muy marginados. El clima, poco favorable para los cereales y el viñedo, se había compensado con las desventajas de las malas comunicaciones, las cuales permitieron mantener la autarquía de la economía de las comarcas del Pirineo. Con la abertura de nuevas carreteras, la llegada del ferrocarril a Puigcerdà y los vehículos de motor se rompe este aislamiento y, por lo tanto, se empieza a desarrollar especializaciones competitivas dentro del mercado de toda Cataluña.

En la Geografía General de Catalunya dirigida por F. Carreras Candi (ROCAFORT, 1911; BOTET i SISÓ, 1910), L'Alt Urgell aún aparece dominado por los cereales y el viñedo, quedando la ganadería de vacuno en una situación muy marginal. Esta constatación corrobora que este cambio no será importante hasta la década de los años 1920-1929, a pesar de que existan pequeñas fábricas de transformación de la leche en La Seu d'Urgell, Puigcerdà, Llívia y La Guingueta d'Ix.

En el año 1923 hay una escisión de los socios de la *Cooperativa del Cadí* que da lugar a otra fábrica, de carácter privado, que con el nombre de *Lleteries de La Seu d'Urgell* se convertirá en la segunda más importante. En Bellver de Cerdanya se constituye, también en el año 1923, una cooperativa lechera. En Llívia también se forma una cooperativa que, pasados los años, será substituida por la industria privada del señor Boladeras, la cual cerrará sus puertas el año 1977. En este mismo periodo se puede constatar que en La Cerdanya hay tres pequeñas industrias privadas: una en Puigcerdà, otra en All (la Solana) y una tercera en La Guingueta d'Ix. Esta última recoge toda la producción de la parte francesa del área de nuestro estudio (VILA, 1926).

Antes del periodo bélico, la guerra de 1936-1939 en el Estado español y la Segunda Guerra Mundial en el Estado francés, se constata que las dos fábricas de La Seu d'Urgell van aumentando muy rápidamente el volumen de leche elaborada. La *Cooperativa de Bellver* se fusiona con la del Cadí. En Organyà se fabrican quesos. Pasando a La Cerdanya, en Puigcerdà, la familia Turiera-Puigbò implanta una fábrica para reducir la leche en polvo, el cual se destinaba a la fabricación de bolas de billar. También surge la fábrica puigcerdanesa SALI que hasta su desaparición en el año 1973 será la más importante de La Cerdanya.

En la parte francesa también existe un gran minifundio industrial, tanto de empresas privadas como de cooperativas. Son conocidas las cooperativas de Er, La Cabanassa, y Prades de Conflent. De forma paralela recogen la leche los industriales: Domenech, de La Guingueta d'Ix; Martí, de Odeilló, Font-romeu; y Amiel, de Prades. Además, hay industriales de fuera del área como Lagude de l'Ariège, o industrias más artesanales como las de quesos en El Capcir.

Hasta el año 1965, la leche comercializada en el Estado francés no superaba el 30 % de la producida, mientras que en el Estado español era del orden de un 75 %. Situación que se explicaría por el déficit crónico en España y por la existencia de mejores áreas productivas en el norte y oeste de Francia, que orientarían la producción especializada hacia la leche, en la montaña española y hacia la carne, en la francesa. Esta realidad fue consolidada con la política de subsidios de la Comunidad Económica Europea.

Los años 1944-1946 acusan unas fuertes sequías que repercuten en una disminución general de la producción de leche, lo cual influye en la simplificación de la recogida de la leche. Se consolidan las dos fábricas de La Seu d'Urgell, que amplían lenta pero constantemente su área de recogida, llegando hasta Tiurana, aguas abajo del río Segre; su área atraviesa las montañas hasta el Pallars Sobirà, y penetra profundamente en La Cerdanya en la década de 1970-1979.

En el sur desaparece una fábrica de Solsona, después de un breve periodo de recogida en los contornos de Oliana. Más adelante, encontramos a la RAM, y en la actualidad a «El Castillo» de Mollerusa que llegará hasta La Cerdanya al hacerse cargo, en el año 1975, de buena parte de los aportadores de la SALI.

En la Cerdanya española aparece la fábrica de Boladeras en Llívia que nunca llegó a recoger un volumen importante de leche y que desapareció en 1977. Por el contrario la SALI, desde después de la guerra y hasta 1965, sí que llegó a ser la fábrica más importante. En 1965 se constituye en Puigcerdà la Cooperativa Agropecuaria de Cerdaña que muy pronto substituirá a la SALI en el liderazgo. Esta entidad, sin embargo, vende la leche a la RAM, aunque a partir del año 1980 ha iniciado el embotellamiento y venta directa de «La llet d'alta muntanya». En la Memoria de 1980 se expresa la voluntad de convertirse en una pequeña industria dejando de ser un intermediario. En Llívia, desde 1981, se ha iniciado otra vez la producción de quesos de calidad. A pesar de ello, tal como puede observarse en la tabla V, esta comarca vende fuera de la misma la mayor parte de su producción.

En la Cerdanya y El Capcir, en el Estado francés, a partir del año 1965 se llega a la fusión de las tres cooperativas y a la desaparición de las fábricas privadas. Esta sociedad cooperativa, CIMELAIT, dispone de una fábrica entre Er y Sallagosa que embotella leche fresca abasteciendo el 80 % del mercado de La Catalunya nord.

En el caso del Principat d'Andorra, desde los años treinta, *Lleteries de La Seu* recogen la leche, con la excepción de un corto intervalo en la década de los años cincuenta en el que funcionó una cooperativa en Sant Julià de Lòria.

La situación actual queda reflejada en la tabla V, donde aparecen las cinco fábricas actuales, cuatro en el Estado español y una en el francés. Por razones operativas vemos que El Castillo aparece dos veces: en L'Alt Urgell y en La Cerdanya.

Las dos fábricas localizadas en La Seu d'Urgell recogen un 70 % de toda la leche comercializada aumentando gradualmente su cuota de mercado. *Lleteries de La Seu* ha cedido parte de sus aportantes a La *Cooperativa del Cadí*, en L'Alt Urgell, y a El Castillo, en La Cerdanya, trasladándose, para compensar sus pérdidas, a recoger leche en la comarca contigua del Pallars Sobirà donde, de los 6 millones de leche recogidos en el año 1975, ha pasado a 10 millones en 1980. Como es obvio, la creación de un nuevo mercado ha significado la pérdida para otro; en este caso el de la empresa Coopirineu de La Pobla de Segur. Esta expansión de *Lleteries* ha sido posible al terminarse la carretera entre Adràll y Sort a través del Port del Cantó, permitiendo un tráfico de camiones durante todo el año. A título informativo, Coopirineu recoge unos 9,4 millones de litros de leche (año 1980) entre el Pallars Sobirà, Pallars Jussà, la Ribagorça y la Vall d'Aran.

En La Cerdanya, con la desaparición de Boladeras de Llivia, la cooperativa de Puigcerdà mantiene su incidencia aunque muy presionada por las fábricas de La Seu d'Urgell y El Castillo de Mollerussa. Esta última fábrica, que controla casi toda la recogida en las cercanías de Oliana, ha ido perdiendo influencia en el resto de L'Alt Urgell pero se ha fortalecido en La Cerdanya donde, para rebajar costes, ha construido un depósito refrigerado de recogida en Ger que le permite bajar a Mollerussa los camiones-cuba, siempre llenos. El gran problema de esta empresa es que debe hacer frente a una demanda de 280 millones de litros que debe recoger en el norte de León y Asturias, así como en zonas de Huesca junto a las comarcas cercanas a Lleida. Por falta de materia prima, esta empresa llega a cubrir un coste de transporte por litro tres veces mayor en la recogida del Pirineo que en las granjas del Segrià y l'Urgell, cercanas a su fábrica.

La importancia, cada vez mayor, del coste de transporte en el conjunto del valor pagado por las fábricas, abonaría la teoría de que la leche producida en la montaña ha de transformarse cerca del lugar de recogida, así como utilizarse para productos derivados de la misma. La mantequilla y el queso, por su valor añadido más elevado, permiten un mayor número de empleados por litros de leche procesados. Al mismo tiempo debe asegurarse la demanda de leche fresca de la propia zona, especialmente en las épocas turísticas cuando se eleva el número de consumidores. En cualquier caso, el mantenimiento de un mercado con productos de calidad permite un precio de venta ligeramente superior que

permite que persistan explotaciones agrarias menos rentables. En este sentido, el «retorno cooperativo» es un sobreprecio cobrado por el payés que aparece como determinante. Este es un beneficio que se reparten, al finalizar cada año, los socios cooperativistas, pero también significa una presión sobre los precios pagados por las empresas privadas debido a la fuerte competencia.

MODELOS DE EVOLUCIÓN DE LAS EXPLOTACIONES AGRARIAS. TÉCNICAS DE PROYECCIÓN

La leche comercializada ha aumentado un 250 % entre el año 1950 y el 1980 (8,3 % de incremento anual) en el conjunto del área estudiada. La evolución es distinta según las sub-comarcas; L'Alt Urgell septentrional aumenta un 261 % (8,7 % anual) debido a que la producción ya era importante en el año 1950, pero L'Alt Urgell meridional lo hace en un 427 % (14,2 % anual) al incorporarse a este proceso mucho más tarde; La Cerdanya meridional aumenta en un 383 % (12,8 % anual) ya que la mayoría de vacas eran mixtas y en la actualidad domina la especialización lechera, mientras que en La Cerdanya septentrional, El Capcir y Andorra la variación oscila entre el 0,6 % de crecimiento anual y el decrecimiento por la distinta política agraria y el predominio de las actividades económicas terciarias.

Como modelo de crecimiento, estadísticamente, podemos analizar el volumen de leche aportada, a través de distintos ajustes, según el tipo de explotación agraria. El bloque de las explotaciones innovadoras, las EACs, se explican por un ajuste logístico identificable con el concepto de difusión tal como hemos explicado anteriormente. La formulación matemática será:

$$C = \frac{U}{1 + e^{(a-bt)}};$$

donde la abscisa C es el volumen de leche aportado por las EACs y la ordenada t el año en que se realiza esta valoración; los otros elementos son parámetros y constantes (gráficos XX y XXI). El número e es una constante matemática de valor 2,7183; U es un parámetro que nos indica el volumen de máxima aportación por parte de las EACs, es decir, un nivel de saturación; a nos indica la aportación en el momento inicial ($t = 0$); y b es el gradiente de crecimiento que deberá identificarse con el periodo intermedio, y que en la práctica estará representado por la tangente en el punto donde varía el ritmo de crecimiento. Este modelo puede mostrar una ligera inflexión decreciente al acercarse al punto de saturación.

Otro modelo, correspondiente al tipo de explotaciones de casi subsistencia, EAQS, nos muestra una función creciente hasta llegar a un máximo, a partir del cual va decreciendo hasta un nivel muy bajo y a partir de éste se estabiliza (gráficos XX y XXI). Su formulación matemática es una combinación de las funciones exponencial y logarítmica (BRONSHTEIN; SEMENDIAEV, 1977):

$$S = at^b \cdot e^{-ct};$$

donde el parámetro a representa el valor de las EAQS en el momento inicial ($t = 0$), b el grado de cambio en la fase de crecimiento, y c el grado de cambio en la fase de decrecimiento (gráfico XXI-B).

Para estimar la relación anterior, estos parámetros adoptarán los siguientes valores: $a > 0$, $c < 0$, y $0 < b < 1$. Es decir, a positivo, c negativo, y b positivo, menor que la unidad. En el punto de un máximo valor para las EAQS, A :

$$t = -\frac{b}{c};$$

y en el punto de inflexión, C :

$$t = \frac{-b + \sqrt{b}}{c}$$

Los datos anteriores al momento A son aproximados, por lo que en la proyección para los años 1980-2015 hemos empleado solamente la segunda parte de la curva, es decir, la función exponencial:

$$S = e^{-ct},$$

que nos permite una transformación lineal en logaritmos Neperianos más fácil (gráfico XXI-C):

$$S = c_0 e^{-c_1 t}; \quad \ln S = \ln c_0 - c_1 t$$

El grupo de las explotaciones agrarias pequeñas productoras de mercancías (PPM) corresponde a un modelo similar al anterior, pero con dos puntos de inflexión ya que la fase de crecimiento es más moderada y la pervivencia de explotaciones en la fase posterior es mayor (gráfico XXI-D):

$$P = at^b \cdot e^{-ct}$$

Aquí los parámetros tomarán los valores: $a > 0$, $c < 0$, y $b > 1$. Es decir, a y b positivos mientras que c negativo. Asimismo, en los puntos de inflexión, t tomará los valores:

$$t = \frac{-b - \sqrt{b}}{c}; \text{ (gráfico XXI-D) para valores ascendentes, y}$$

$$t = \frac{-b + \sqrt{b}}{c}; \text{ (gráfico XXI-C) para valores descendentes.}$$

En nuestra investigación, sin embargo, las predicciones se han obtenido en base a una estimación lineal desde el máximo A , a través de una transformación en logaritmos Neperianos similar a la efectuada para las EAQS.

En la tabla VI y en el gráfico XXII podemos observar la aplicación de estos tres modelos, para el conjunto del área estudiada. En el año 1965, las EACs sólo aportaban el 8 % de la leche comercializada; en 1975, el 42 %, y en 1980, el 65 %. Hacia el año 2005 se llega a un nivel de saturación para este modelo. Las variaciones fundamentales corresponderán al constante gotear de EAQS y PPM que permiten un ligero aumento de los rendimientos de las EACs aunque éstas permanezcan invariables.

Si nos fijamos en L'Alt Urgell septentrional (gráfico XXIV) y en La Cerdanya meridional (gráfico XXV), vemos que el punto de inflexión, b (gráfico XXI-A), se sitúa hacia el año 1970 mientras que para las otras subcomarcas está en 1975 (gráficos XXIII y XXVI), ya que éstas siguen en el proceso a las dos primeras. L'Alt Urgell septentrional pasa de un ritmo de crecimiento del 107,3 % al 15,3 % anual, mientras que La Cerdanya meridional, en un cambio más suave, pasa de un 59,8 % a un 16,3 % al año. L'Alt Urgell meridional, que está en un proceso muy intenso por la incorporación reciente a la especialización lechera, pasa de un 40,7 % a un 17,5 % anual. En La Cerdanya septentrional, donde el número de explotaciones ha disminuido mucho, se pasa de un crecimiento anual del 41,2 % al de un 11,9 %. El Capcir, más marginal, pasa de un aumento del 4,1 % al 0,6 % anual. El Principat d'Andorra no tenía ninguna EAC en el año 1980.

Si observamos el cambio en el crecimiento de la leche aportada por las EACs en el periodo 1965-1975 en relación al de 1975-1980 vemos que la menor inflexión se da en L'Alt Urgell meridional ($-2,33$) y la mayor en el septentrional ($-7,01$), debido, quizás, al elevado crecimiento absoluto. Las dos partes de La Cerdanya presentan unos índices de inflexión similares, $-3,67$ al sur y $-3,46$ al norte, pero con la salvedad de unos crecimientos absolutos mayores en el sur.

Podemos concluir, por subcomarcas, que la aportación de las EACs en el año 1980 era de un 69 % en L'Alt Urgell septentrional, de un 66 % en La Cerdanya meridional, de un 55 % en La Cerdanya septentrional, de un 50 % en L'Alt Urgell meridional y de un 47 % en El Capcir. Si comparamos estos porcentajes con los índices de inflexión podríamos argumentar que L'Alt Urgell septentrional y La Cerdanya meridional son dos áreas con una estructura avanzada pero tendiendo a la saturación; que La Cerdanya septentrional acusa un crecimiento moderado debido al envejecimiento de su estructura productiva; que El Capcir posee una estructura muy deteriorada; y que L'Alt Urgell meridional se encuentra en una situación de pleno crecimiento por la tardía adaptación de las explotaciones agrarias a la producción de leche.

LAS TÉCNICAS DE PROYECCIÓN. CÁLCULO DEL PARÁMETRO *U*

En este modelo matemático, el parámetro *U* debe calcularse a través de datos estadísticos distintos a los utilizados dentro del propio proceso. En este cálculo externo partiremos del supuesto que la alimentación del ganado vacuno se realiza, principalmente, con la producción de la propia explotación para así poder disminuir los costes externos. Los piensos no habrían de significar más de un 25 % a un 30 % de las unidades alimentarias (TORRENT, 1979), y solamente habrían de incrementarse a partir de los 15 litros diarios por vaca. Con este planteamiento y, en base a consultas realizadas sobre rendimientos agrícolas, podemos generalizar que:

- I) Una hectárea de cultivos forrajeros de regadío mantiene 3,50 UBG.
- II) Una hectárea de prados de regadío mantiene 2,50 UBG.
- III) Una hectárea de prados naturales y barbechos mantiene 0,50 UBG.
- IV) Una hectárea de cereales y leguminosas mantiene 0,25 UBG.

Estos supuestos se fundamentan en valores medios para áreas muy amplias, ya que, por ejemplo, hay municipios que consideran como pastos lo que otros definen como prados naturales. Asimismo, hay zonas donde los cereales se utilizan para la fabricación local de piensos y, en otras, toda la producción se vende fuera del área.

A partir de estos valores y aplicándolos en la información sobre ocupación del suelo municipal (TULLA, 1981) se obtendrá el número de unidades de vacuno de 500 kg que pueden mantenerse de una forma óptima (UBG): L'Alt Urgell meridional, 4.609 vacas de leche y 1.152 novillas; L'Alt Urgell septentrional, 21.310

y 5.328; La Cerdanya meridional, 17.091 y 4.273; La Cerdanya septentrional, 6.158 y 1.539; el Capcir, 756 y 189, y Andorra, 700 y 175.

En este cálculo hay varias suposiciones que debemos explicitar. Se considera que toda la producción se dedica al ganado vacuno ya que otros animales se alimentarán de piensos (cerdos y gallinas) o pastarán en las áreas más marginales (equinos y ovinos). Del total posible hemos deducido un 20 % que corresponderá a novillas, terneros y terneras. Los supuestos de una especialización leche/carne así como la mejor estructura empresarial se incluirán al considerar la producción media de litros de leche por vaca y año.

En el Estado francés y Andorra, donde más de la mitad de las vacas son de cría, señalaremos un promedio de 1.500 litros anuales. En L'Alt Urgell meridional, donde aún hay un cierto peso de las vacas de vientre y la estructura empresarial no está muy desarrollada, fijaremos una media de 2.500 litros anuales. En L'Alt Urgell septentrional, con una mejor especialización lechera, el término medio puede situarse en los 3.000 litros anuales; en La Cerdanya meridional, donde la estructura empresarial es la mejor, podemos llegar a definir el potencial teórico medio en 3.600 litros de leche por vaca al año.

Debe quedar claro que estos supuestos se hacen bajo la perspectiva de las actuales técnicas ganaderas, ya que una mejora sensible de la estructura productiva; aumento del regadío; mejora en los cultivos forrajeros o, simplemente, la entrada en la CEE harían variar estas cifras. Un argumento de signo contrario podría ser que el aumento exagerado de las actividades turísticas y del espacio de uso agrario para urbanizar haría disminuir estas cifras límite. Por lo tanto, he utilizado algunas cifras obtenidas de las principales explotaciones agrarias de cada sub-comarca a través de una encuesta (TULLA, 1981) y que pueden tomarse como guía.

Aplicando los valores antes considerados y suponiendo que las EACs nunca superen el 90 % del total, se obtendrán los siguientes valores de U :

| | | |
|------------------------|-------------------------|------------------------------|
| I) Alt Urgell sur: | $4.609 \times 2.500 =$ | 11.522.500 (10.370.250 l). |
| II) Alt Urgell norte: | $21.310 \times 3.000 =$ | 63.930.000 (57.537.000 l). |
| III) La Cerdanya sur: | $17.091 \times 3.600 =$ | 61.527.600 (55.374.840 l). |
| IV) La Cerdanya norte: | $6.158 \times 1.500 =$ | 9.237.000 (8.313.300 l). |
| V) El Capcir: | $756 \times 1.500 =$ | 1.134.000 (1.020.600 l). |
| VI) Andorra: | $700 \times 1.500 =$ | 1.050.000 (945.000 l). |
| VII) Total área: | $=$ | 148.401.100 (133.560.990 l). |

Las cifras entre paréntesis serán los valores de U que aplicaremos en las fórmulas matemáticas para estimar los valores de C (EACs).

LA ESTIMACIÓN DEL PROCESO EVOLUTIVO DE LAS EXPLOTACIONES AGRARIAS COMERCIALES (EACs o C)

Conociendo el valor del parámetro U se ha realizado la estimación de los parámetros a y b a través de la transformación lineal en logaritmos Neperianos. En estas ecuaciones que expresan la evolución de las EACs, la variable t se ha considerado igual a cero en el momento en que empezó la aportación de leche a las empresas. Así, se consideró el año 1900 como $t = 0$ para las comarcas de L'Alt Urgell septentrional y toda La Cerdanya. Para el resto del área se consideró 1915 para $t = 0$. Se ha realizado esta diferenciación porque de lo contrario las áreas más retardadas habrían mostrado pendientes b muy suaves. Éstas son las formulaciones matemáticas:

$$\text{I) L'Alt Urgell meridional: } C = \frac{10.370.250}{1 + e^{(10,36-0,19t)}};$$

con un coeficiente de correlación del ajuste lineal para estimar los parámetros a y b de $r^2 = -0,985$ (n.s. 99 %).

$$\text{II) L'Alt Urgell septentrional: } r^2 = -0,958 \text{ (n.s. 99 \%); } C = \frac{57.537.000}{1 + e^{(13,14-0,19t)}}$$

$$\text{III) La Cerdanya meridional: } r^2 = -0,995 \text{ (n.s. 99 \%); } C = \frac{55.374.840}{1 + e^{(12,77-0,19t)}}$$

$$\text{IV) La Cerdanya septentrional: } r^2 = -0,941 \text{ (n.s. 99 \%); } C = \frac{8.313.300}{1 + e^{(10,76-0,15t)}}$$

$$\text{V) El Capcir: } r^2 = -0,758 \text{ (n.s. 99 \%); } C = \frac{1.020.600}{1 + e^{(1,64-0,05t)}}$$

$$\text{VI) El Principat d'Andorra: } r^2 = -0,994 \text{ (n.s. 99 \%); } C = \frac{945.000}{1 + e^{(2,39-0,05t)}}$$

Al no existir EACs en Andorra hemos utilizado los valores correspondientes a las explotaciones con más de 30.000 litros anuales en 1980, y suponiendo que a partir de 1985 ya tendrían los 50.000 litros.

Al analizar los resultados de estas estimaciones, podemos observar que hay una incorporación progresiva a la estructura de las EACs. En el año 1950 había

dos explotaciones en L'Alt Urgell septentrional y otras dos en La Cerdanya meridional. L'Alt Urgell meridional se incorpora hacia el año 1960; en La Cerdanya septentrional, donde no hay una clara especialización lechera, se llega en 1965. El Capcir tiene tres explotaciones comerciales en 1970 y Andorra se supone que tendrá dos en 1985. El ritmo de crecimiento, que puede identificarse con el valor de la pendiente b , nos señala el mayor dinamismo de las tres subcomarcas del Estado español, con $b = 0,19$. La Cerdanya francesa, donde $b = 0,15$, muestra una situación más moderada, pero El Capcir y Andorra, donde $b = 0,05$, muestra una lentitud tan moderada que sólo puede explicarse por su marginalidad.

En el crecimiento de cada área podemos distinguir un periodo clave. En L'Alt Urgell septentrional (gráfico XXIV), deben apuntarse dos momentos, los años 1970-1975 con un 3,48 % de aumento anual, y los años 1985-1990 en los que se predice un aumento anual del 4,30 %. La saturación llegará hacia el año 2005. En La Cerdanya meridional (gráfico XXV) los momentos de mayor crecimiento son 1980-1985 con un 4,21 % y 1985-1990 con un 4,00 % de aumento anual. La máxima expansión de L'Alt Urgell meridional (gráfico XXIII), con ritmos más altos, y de La Cerdanya septentrional (gráfico XXVI) con ritmos más bajos, coincide con los periodos de La Cerdanya española. Las otras dos subcomarcas quizás inicien este proceso hacia el año 2000, si no desaparecen todas las explotaciones agrarias.

Para completar estas predicciones deberíamos fijarnos en la evolución del conjunto del área estudiada (gráfico XXII) que muestra una evolución intermedia entre La Cerdanya meridional y L'Alt Urgell septentrional, las dos subcomarcas más importantes. En nuestra investigación, los datos de la tabla VI se han obtenido por agregación de las estimaciones efectuadas a nivel subcomarcal aunque hasta el año 2000 coinciden los valores con la estimación a nivel global. La principal diferencia se refiere a una cierta disminución muy pequeña a partir del punto de saturación.

LA ESTIMACIÓN DEL PROCESO EVOLUTIVO DE LAS EXPLOTACIONES AGRARIAS DE CASI SUBSISTENCIA (EAQS o S)

En el extremo opuesto, podemos representar la evolución de las explotaciones agrarias de casi subsistencia a través del ajuste exponencial que será lineal, aplicando su formulación transformada en logaritmos Neperianos:

- 1) L'Alt Urgell meridional (volumen de leche y número de aportantes): ajuste lineal, correlación y nivel de significación.

$$\ln S = 9,436 - 0,029t; r^2 = -0,830 \text{ (n.s. 99 \%)}.$$

$$\ln S = 7,461 - 0,036t; r^2 = -0,785 \text{ (n.s. 95 \%)}.$$

II) L'Alt Urgell septentrional

$$\ln S = 13,326 - 0,065t; r^2 = -0,946 \text{ (n.s. 99 \%)}.$$

$$\ln S = 10,121 - 0,057t; r^2 = -0,874 \text{ (n.s. 99 \%)}.$$

III) La Cerdanya meridional

$$\ln S = 13,130 - 0,066t; r^2 = -0,975 \text{ (n.s. 99 \%)}.$$

$$\ln S = 9,536 - 0,054t; r^2 = -0,850 \text{ (n.s. 95 \%)}.$$

IV) La Cerdanya septentrional

$$\ln S = 11,422 - 0,056t; r^2 = -0,987 \text{ (n.s. 99 \%)}.$$

$$\ln S = 9,825 - 0,067t; r^2 = -0,954 \text{ (n.s. 99 \%)}.$$

V) El Capcir

$$\ln S = 11,418 - 0,077t; r^2 = -0,845 \text{ (n.s. 95 \%)}.$$

$$\ln S = 9,733 - 0,080t; r^2 = -0,884 \text{ (n.s. 99 \%)}.$$

VI) El Principat d'Andorra

$$\ln S = 8,240 - 0,036t; r^2 = -0,747 \text{ (n.s. 95 \%)}.$$

$$\ln S = 7,555 - 0,047t; r^2 = -0,927 \text{ (n.s. 99 \%)}.$$

Para todas las subcomarcas se obtiene un ajuste lineal, con un coeficiente de correlación muy significativo, lo cual nos permite predecir la evolución de las EAQS con bastante exactitud. Como puede comprobarse en la tabla VI y en el gráfico XXII, el número de explotaciones de casi subsistencia va disminuyendo hasta representar 240 aportadores en el año 2000 para la totalidad del área, y 110 en el 2015, en el límite de saturación. Estas 110 explotaciones significan un 3,6 % del momento en que habían más EAQS, el año 1955. Si nos fijásemos en el volumen de leche aportada por las EAQS — que representa un 2 % en el año 2000 y un 1 % en el 2015 — esta evolución aún es más exagerada.

En un tratamiento por sub-comarcas, observamos que en el Estado francés La Cerdanya septentrional tiene ocho EAQS, que en el año 2015 representarán el 1,5 % de las existentes en 1950, el momento de un mayor número; El Capcir, de forma similar, muestra dos EAQS en el 2015, que significarán el 0,9 % de las que había en 1950. En las dos áreas más productivas, L'Alt Urgell septentrional llegará a tener 35 EAQS en el año 2015, representando un 3,2 % de las de 1955; y en La Cerdanya meridional serán 28 EAQS, es decir un 3,3 % de las de 1960. El Principat d'Andorra, con nueve EAQS tendrá el 5,8 % de las existentes en el año 1955, y L'Alt Urgell meridional, con 28 EAQS, mantendrá el mayor núme-

ro relativo, ya que significará un 10,9 % de las registradas en 1955. Si analizáramos el volumen de leche, estas constataciones aún serían más acusadas. Por eso, el rendimiento medio de este tipo de explotaciones tiende a disminuir más rápidamente que el número de explotaciones, lo cual nos indicaría que quedan explotaciones marginales que se mantienen por razones bastante casuísticas.

LA ESTIMACIÓN DEL PROCESO EVOLUTIVO DE LAS EXPLOTACIONES AGRARIAS PEQUEÑAS PRODUCTORAS DE MERCANCÍAS (PPM o P)

Los ajustes lineales para el tipo de explotaciones PPM es similar al realizado para las EAQS. Si estudiamos los resultados obtenidos en la transformación Neperiana de la «cola del Modelo PPM» (gráfico XXI-D), tendremos las siguientes ecuaciones y coeficientes de correlación:

i) L'Alt Urgell meridional

$$\ln P = 9,920 - 0,032t; r^2 = -0,977 \text{ (n.s. 99 \%)}.$$

ii) L'Alt Urgell septentrional

$$\ln P = 13,708 - 0,059t; r^2 = -0,973 \text{ (n.s. 95 \%)}.$$

iii) La Cerdanya meridional

$$\ln P = 12,412 - 0,045t; r^2 = -0,992 \text{ (n.s. 99 \%)}.$$

iv) La Cerdanya septentrional

$$\ln P = 11,405 - 0,059t; r^2 = -0,979 \text{ (n.s. 95 \%)}.$$

v) El Capcir

$$\ln P = 9,520 - 0,058t; r^2 = -0,946 \text{ (n.s. 90 \%)}.$$

vi) El Principat d'Andorra

$$\ln P = 2,170 - 0,032t; r^2 = 1,000 \text{ (n.s. 99 \%)}.$$

En estas ecuaciones, igual que en las correspondientes al ajuste para las EAQS, se ha identificado la variable tiempo, siendo 1900 = 0.

El parámetro a , situación inicial, nos informa de la evolución más avanzada de L'Alt Urgell septentrional ($a = 13,708$), La Cerdanya meridional ($a = 12,412$) y La Cerdanya septentrional ($a = 11,405$), así como de la incorporación más retrasada de L'Alt Urgell meridional ($a = 9,920$) y El Capcir ($a = 9,520$). El caso de Andorra ($a = 2,170$) corresponde a una fase incipiente en el proceso de desarrollo de las PPM.

El parámetro b , ritmo de evolución, nos muestra la disminución más rápida de las PPM en L'Alt Urgell septentrional ($b = -0,059$), La Cerdanya meridional ($b = -0,045$), y La Cerdanya septentrional ($b = -0,059$), y el Capcir ($b = -0,058$). En las subcomarcas de la parte española se habrá llegado a unos máximos relativos muy altos (gráficos XXIII, XXIV, XXV), que junto a un incremento más rápido de las EACs hace que la curva sea más leptocúrtica. Estos distintos tipos de PPM a nivel espacial, si los trasladáramos a nivel temporal, indicarían un proceso más rápido de aparición, llegada a un máximo y desaparición progresiva a medida que el inicio fuera más retardado. Estos tipos conformarían una familia de curvas en la que las EAQS serían un caso extremo, al principio del proceso.

Las subcomarcas de la parte francesa, muestran una polarización entre EACs y EAQS, que plantea una separación muy definida entre las explotaciones especializadas en producción de leche y las que combinan la producción de carne con la de leche. Situación que justifica la rápida disminución de los casos intermedios. En el extremo opuesto, L'Alt Urgell meridional y Andorra, con valores de b alrededor de $-0,032$ aunque con volúmenes muy distintos, muestran situaciones claramente representativas de un dominio de las PPM, al situarse cerca del máximo de su proceso.

Como conclusión podemos ver que en el año 2000 las explotaciones agrarias PPM serán un 22,8 %, en relación al nivel de saturación total, en Andorra; un 80 % en L'Alt Urgell meridional; un 4,9 % en La Cerdanya meridional; un 4,3 % en L'Alt Urgell septentrional; un 4,3 % en El Capcir, y solamente un 3,0 % en La Cerdanya septentrional.

LOS PROCESOS EVOLUTIVOS DE CADA TIPO DE EXPLOTACIÓN AGRARIA COMO SITUACIÓN PARTICULAR DE UNA MISMA FAMILIA DE CURVAS

El grupo de explotaciones agrarias PPM, como puede observarse en los gráficos XX-E y XXI-D, tiene un comportamiento similar al de las EAQS. Al principio hay un periodo de crecimiento, se llega a un máximo, y, después, hay una disminución que se estabiliza tendiendo al mínimo. La principal diferencia entre las EAQS y las PPM reside en la existencia o no de un punto de inflexión en el primer periodo. Las EAQS aumentan, inicialmente, con un ritmo de variación más que proporcional, sin modificación, hasta llegar a un máximo. En las explotaciones agrarias PPM este periodo inicial tiene dos fases. Una primera, donde el aumento es menos que proporcional, y una segunda, en la que es más que proporcional. Estas diferencias nos indican que las EAQS se difunden mu-

cho más rápidamente que las PPM, lo cual es lógico por formar parte del bloque más sencillo. Las EAQS representan, solamente, el hecho de empezar a producir leche para vendérsela a las fábricas, mientras que las PPM, que forman parte del segundo bloque, ya implican la existencia de unos mínimos rendimientos.

El comportamiento de las PPM es semejante al de las EACs cuando se localizan unas pocas en una zona; desde ella, se difunden al resto del territorio. De hecho, podríamos generalizar este comportamiento al afirmar que en cada periodo hay un tipo de explotación innovadora. En la década de los años 1930-1939 eran las explotaciones PPM de 25.000 a 50.000 litros de leche aportados a las fábricas, las que iniciaban la difusión de innovaciones. En los años 1950-1960 eran las EACs de 50.000 a 100.000 litros; en los años 1970-1980, las de 100.000 a 200.000 litros, y en la década de los ochenta ya se vislumbra una media anual muy superior. Gráficamente, si se hicieran varias categorías entre las EAQS y las EACs, se obtendría una familia de curvas representativas de diferentes tipos de explotaciones PPM, en las que sólo variarían sus máximos y los ritmos iniciales de crecimiento, la pendiente. Esta teorización queda resumida en el gráfico XX-E.

Esta familia de curvas corresponde a un sistema de segundo orden con soluciones reales. La principal característica reside en la existencia de un cambio brusco (gráfico XX-F) en algún momento de la relación entre la variable a explicar y la explicativa, el tiempo. En contraposición, en un sistema de primer orden el cambio es suave (gráfico XX-G) y por lo tanto puede ser identificado por una ecuación donde la pendiente esté representada por uno solo parámetro. En los sistemas de segundo orden es necesario emplear dos parámetros, los cuales representan una influencia distinta, cada uno de ellos por separado, sobre el carácter de la relación entre las variables. Esto quiere decir que al iniciarse el proceso domina un elemento, mientras que al final domina el otro. En los periodos intermedios hay distintas combinaciones de ambos elementos, pudiendo afirmarse que en el punto de inflexión presentan un cierto equilibrio entre sus influencias.

Estos dos elementos, en esta investigación, se han identificado; el primero, con la decisión innovadora de producir leche en vez de los productos tradicionales; en el segundo, con la decisión de realizar inversiones importantes que permitan alcanzar una estructura de producción comercial de la leche. El primer elemento domina totalmente al iniciarse el proceso y va disminuyendo en importancia hasta desaparecer. En el momento presente, nadie se plantea la conveniencia de producir leche en vez de cereales ya que está plenamente asumido. El segundo elemento va tomando mayor importancia a medida que se ha homogeneizado el primero en todo el territorio; sobre esta aceptación general va exten-

diéndose la convicción de que toda explotación agraria debe ser comercial, hasta llegar a ser dominante.

De este planteamiento podemos deducir que la curva identificada con las EAQS presenta un dominio casi total del primer elemento, mientras que en la curva identificada con las EACs hay un dominio casi absoluto del segundo elemento. Entre estas dos situaciones, hay diferentes subtipos de explotaciones agrarias PPM con combinaciones de la influencia de los dos elementos. Las primeras PPM tenían una influencia del segundo elemento ya que había inversión —reducida, pero la había—, combinándose con el primer elemento puesto que la especialización lechera obligaba a tomar decisiones en el uso de los recursos de la explotación, y el resultado eran unos rendimientos comerciales en aumento.

Este modelo matemático nos permitirá generalizar que todo proceso de transformación, desde la casi subsistencia hasta la producción comercial, puede ajustarse a una relación matemática en el tiempo. A partir de esta relación, podrán realizarse predicciones en áreas donde se está en los inicios del proceso. En toda formulación deberán definirse unas restricciones basadas en el proceso histórico. En esta investigación, el modelo simplificado de la realidad se expresará considerando solamente tres tipos de explotaciones: los dos extremos y un tipo intermedio. Entonces, tres funciones representarán las principales características de este proceso evolutivo.

Un primer tipo, las EAQS, representan el solo hecho de existir. Un segundo tipo, las explotaciones agrarias PPM ya nos muestran un primer nivel de particularidad, que se podrá ir repitiendo a medida que aumenten la economías de escala y, por lo tanto, los umbrales de una producción óptima. Finalmente un tercer tipo, las EACs, representará la situación innovadora, con unas magnitudes determinadas para cada periodo. Por esta razón, al realizar este estudio de 1950 a 1980, hemos tomado el mínimo de 50.000 litros para su definición y como valor medio del periodo. Una de las limitaciones aceptadas en este modelo es no variar estos mínimos al realizar las proyecciones. Si se variaran, obtendríamos un número distinto de PPM y de EACs de acuerdo con las características de cada periodo. Esta mayor flexibilidad complicaría el análisis matemático que dificultaría la interpretación a pesar de ajustarse más fielmente a la gradación real.

Cuando se ha generalizado un tipo avanzado de explotación, entonces inicia su desarrollo otro tipo aún más innovador. Esta dinámica de sustitución continuada de nuevos tipos de explotaciones seguiría hasta llegar a una posible saturación por razones del marco físico o por condicionamientos económicos. En el área de nuestro estudio donde dominan los procesos de desarrollo de las EACs, que en algún momento del proceso han sido PPM (TULLA, 1982), se puede afir-

mar que esta evolución se realiza en base a una moderada acumulación de capital a través de la misma explotación agraria, debida a ventajas por precios diferenciales, además de otras fuentes como trabajos externos con reinversión.

Si ahora nos fijamos en la evolución de las explotaciones agrarias PPM de las principales subcomarcas (gráficos XXIII a XXVI), observamos que en L'Alt Urgell septentrional y en La Cerdanya se alcanza un máximo alrededor del año 1970, pero el primer punto de inflexión se sitúa en el año 1950, que coincide precisamente con el inicio de las EACs. En L'Alt Urgell meridional este proceso se retarda, siendo el primer punto de inflexión en 1960, el máximo en 1980 y el segundo punto de inflexión hacia el año 2005. En general, podemos decir que las áreas más avanzadas, a través del proceso de difusión, tienen una clara influencia sobre las más retrasadas, tendiéndose a un comportamiento uniforme en el futuro. De esta forma, el comportamiento de este tipo de PPM en el año 2000 será más similar al de las EAQS que al de las EACs.

LA TÉCNICA DE LA SIMULACIÓN: SUPUESTOS Y MECÁNICA

Aplicando el modelo de proyección estadística del número de explotaciones de cada tipo y el volumen de leche que han aportado a las fábricas, elaboramos la tabla VI para el conjunto del área estudiada así como para cada subcomarca (TULLA, 1981). Disponiendo ya de estos datos hemos realizado el proceso de localización de EACs en base al Modelo de Difusión, utilizando las mallas fija y móvil de probabilidades, tal como se muestra en el gráfico X.

La mecánica que se ha seguido es muy sencilla. Con las dos mallas de probabilidades, la que nos muestra la potencialidad de recursos del territorio (malla fija) y la que valora la proximidad a las antiguas explotaciones innovadoras (malla móvil), delimitamos una situación de partida. En este mapa también hemos de indicar las barreras a la difusión, que responden a una falta de comunicaciones directas o a la existencia de accidentes naturales importantes.

Los potenciales adoptantes de que nos habla HÄGERSTRAND (1965), en nuestra investigación los definimos por el número de explotaciones agrarias PPM en marcada transición hacia EAC; es decir, las que en el año 1980 aportan entre 35.000 y 50.000 litros anuales de leche. Estos valores serán el límite técnico que indicará el máximo número de nuevas EACs que podrán localizarse en cada cuadrícula de la malla.

Llegados a este punto, ya podemos iniciar la simulación. Primero miraremos cuántas EACs se predice que habrá en el año 1990 (tabla VI). Éstas, comparadas con las existentes en 1980, nos informarán sobre cuántas nuevas EACs corresponden por cada una vieja. Si en 1990 hay 568 y en 1980 habían 484, pode-

mos repartir proporcionalmente las nuevas entre las viejas, viendo que desde 400 viejas EACs se buscará la localización de una nueva, y desde 84 viejas, dos nuevas para 1990. Este método, al ser estocástico, implica que todas las EACs de 1980 han de revalidar su localización para 1990, y además habrán 84 que antes no existían. Por lo tanto, después de una prueba para cada EAC vieja, si sale una cuadrícula en la que hay potenciales adoptantes y no tiene restricciones, entonces se localizará en ella una EAC de la nueva generación. En caso de que el número aleatorio nos indique una cuadrícula que no reúna las condiciones prefijadas, se volverá a realizar la prueba, pero desde la siguiente EAC vieja. Y así sucesivamente hasta haber realizado 568 pruebas con éxito para 1990, por ejemplo, aunque implique dos o casi dos tiradas por cada EAC de 1980. Este proceso, después de ordenar las EACs de un periodo t , se realizará generando números aleatorios de 4 dígitos, con programa de ordenador o tablas, tomando como centro desde donde hacer la «tirada» la localización de una EAC del periodo t , para buscar la localización en el periodo $t + 1$.

En este centro, previamente, se ha sobrepuesto la malla móvil a la fija, lo cual evidencia, en nuestro caso y otros semejantes, la altísima probabilidad de generar nuevas EACs en la cuadrícula del centro o en las muy próximas a él. Recordemos que la malla móvil es fruto de la práctica observada de difusión en el periodo con datos, pero pensamos que es una situación lógica ya que deben poder validar su localización todas las EACs viejas.

Cuando se obtiene el número aleatorio se comprueba qué cuadrícula lo contiene; y se refutará la localización de una nueva EAC en los siguientes casos:

I) Que en esta cuadrícula de la malla fija no exista ninguna probabilidad potencial.

II) Si se ha de pasar por encima de más de diez cuadrículas, moviéndose en línea recta. Este límite se fundamenta en la observación de la difusión entre 1970 y 1980. Si nos fijáramos en 1960 consideraríamos 15 cuadrículas (tabla III).

III) Si se ha de ir de un cuadro a otro traspasando una barrera. Entonces daremos una vuelta por cuadros sin barreras, siempre por contigüidad de lados y no de vértices, hasta completar un máximo de diez cuadrículas.

IV) Si en la cuadrícula correspondiente ya se ha sobrepasado el número potencial de EACs (periodo $t + 1$) calculado a partir de las PPM, entre 35.000 y 50.000 litros, del periodo t en dicha cuadrícula. Se acepta un margen de error del 10 % en esta suposición.

Se repetirá este proceso hasta completar para cada periodo el número de localizaciones de EACs previstas en la tabla VI. Los resultados de este proceso de simulación son visibles en la serie de gráficos XI al XVIII, que nos presentan el

número de explotaciones de tipo comercial (EACs) para los años 1950, 1960, 1965, 1970, 1975, 1980, 1990 y 2000. Esta simulación abarca, desde sus inicios hasta cerca de un 85 % del nivel de saturación, todas las posibles EACs. Al llegar cerca del valor máximo, se puede aplicar la propiedad, citada ya, de que diversos procesos de simulación obtendrán resultados muy similares si se completa todo el proceso de difusión. Como este es nuestro caso, podremos afirmar que es una predicción fiable.

LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL PROBABILÍSTICA DE LAS EXPLOTACIONES COMERCIALES (EACs) EN EL PIRINEO CATALÁN (1950-2000)

Si estudiamos la serie de ocho mapas, vemos como a partir de las primeras localizaciones en Hostalets de Tost, Montferrer, Soriguerola y Llivia (año 1950) se van consolidando dos áreas, una en La Cerdanya media, 9 EACs, y la otra en La Ribera d'Urgellet, 18 EACs, así como una localización aislada en Organyà (año 1960). En el año 1965 se refuerzan estas dos áreas, con 13 EACs en la primera y 22 EACs en la segunda. Surgen pequeños núcleos nuevos: Organyà y Coll de Nargó con 2 EACs, Bellver y Prullans también con dos y La Perxa con una.

Es evidente que la difusión va realizándose a lo largo del eje principal formado por los cursos de los ríos Segre y La Tet. La consolidación se da en este valle donde se abren grandes planicies con buenos suelos. Así, en el año 1970, vemos que La Ribera d'Urgellet tiene 23 EACs, creándose ramificaciones hacia Cerc por encima de Alàs, y hacia Noves de Segre en la entrada de La Vall d'Aguilar. En La Cerdanya ya se han conectado las áreas de La Baixa Cerdanya (Bellver) con 6 EACs y de La Cerdanya media (Llivia) con 49 EACs.

Es importante comprobar como la frontera política no opera a modo de barrera en la difusión, ya que hay 14 EACs en la parte francesa conectadas con las cuadrículas de la parte española. Quizás sería correcto hablar de «barrera atenuadora» al considerar la existencia de una frontera política. En el Estado francés, hay EACs donde correspondería, pero menos de las esperadas. Se hace evidente que no existe una política agraria que potencie la especialización lechera.

En el año 1970, vemos como también se van consolidando los núcleos de segundo orden. En L'Alt Urgell meridional encontramos La Ribera d'Oliana con 3 EACs, y Organyà-Coll de Nargó-Cabó con 7 EACs. En La Cerdanya septentrional crece el área de La Perxa a 2 EACs, y en El Capcir aparece una EAC.

Situados en el año 1975, comprobamos que el periodo 1970-1975 es uno de los más dinámicos en la difusión de la producción comercial. En especial, las dos subcomarcas de L'Alt Urgell septentrional y La Cerdanya meridional. La Ribe-

ra d'Urgellet con 124 EACs va alargando su influencia hasta La Vall de Castellbó, La Valira y los pueblos de montaña de El Baridà. Surgen pequeños núcleos en La Vansa (3 EACs) y Tuixén (5 EACs), así como en Taús, en las pocas zonas favorables de la alta montaña. En L'Alt Urgell meridional va mejorando lentamente la comarca de Organyà, 9 EACs, y la comarca de Oliana, 6 EACs. En La Cerdanya, sin solución de continuidad a ambos lados de la frontera, se va ampliando el número de explotaciones comerciales hasta 154. Se inicia, por levante, la penetración en las gargantas de El Baridà. La parte francesa, sin embargo, está estancada ya que en el periodo 1970-1975 se pasa, solamente, de 14 a 15 EACs (La Cerdanya). En la zona de La Perxa se aumenta de 2 a 3 EACs y El Capcir se mantiene en las 3 EACs del periodo anterior.

El último periodo de difusión que se ha podido comprobar con los datos reales es el año 1980. Aquí ya se inicia una débil conexión entre L'Alt Urgell y La Cerdanya a través del Baridà, aunque la diferenciación entre las dos áreas aparece bien clara. Se puede observar una difusión hacia algunos pueblos de montaña. Observando las isolíneas de intensidad comprobaremos que se vuelve a repetir el proceso de difusión, pero en una segunda ola que cubre áreas más montañosas. En las cuadrículas donde el año 1965, por ejemplo, encontrábamos las primeras EACs es donde ahora encontramos intensidades de más de nueve EACs.

Analizando por áreas, en L'Alt Urgell septentrional se cuentan 209 EACs, incluyendo el continuo que desde La Ribera d'Urgellet penetra hacia las montañas. En un núcleo aislado en la montaña, la zona de La Vansa y Tuixén aumenta desde cuatro a seis EACs. En L'Alt Urgell meridional se consolidan los contornos de Oliana, con 12 EACs, y de Organyà, con 22 EACs. En el continuo de La Cerdanya contamos 230 EACs, de las que 20 están en el Estado francés. Arriba, en La Perxa continúan las tres EACs del periodo anterior y en El Capcir se pasa de tres a cuatro. Podemos deducir el avance más lento en la parte francesa aunque globalmente La Cerdanya media es la zona con más explotaciones comerciales.

Los mapas obtenidos con la técnica de la simulación para el año 1990 y para el 2000 refuerzan la importancia de las planicies. De las 53 cuadrículas en las que, según la malla fija de probabilidades, en el año 1990 no habría ninguna EAC, 49 son de montaña y sólo cuatro se encuentran en el fondo de los valles principales. Por primera vez surge una explotación comercial en Andorra y otra en Ogern (cerca de Oliana). Aparte del gran bloque formado por L'Alt Urgell septentrional (235 EACs) y la Cerdanya (264 EACs), encontramos 12 EACs entre La Vansa y Tuixén, 14 en la comarca de Oliana, 25 en la de Organyà, 3 en La Perxa y 5 en El Capcir. Estas dos últimas zonas muestran un claro estancamiento.

La predicción más lejana a que nos atrevemos es la del año 2000. En ella se mantienen las tendencias establecidas en 1990. Hay un aumento del número de EACs, pero aún se mantienen vacías 39 posibles localizaciones. Por el contrario, aumenta mucho la intensificación en las planicies. Parece que en los pueblos de montaña se consolidan algunas explotaciones comerciales —muchas veces una sola— las cuales se van fortaleciendo a costa de la desaparición del resto (TULLA, 1982), mientras que en el fondo de los valles coexisten grandes EACs con otras más pequeñas. Una posible explicación la encontraremos en la menor emigración rural de las mejores zonas junto a una mayor facilidad para utilizar parcelas separadas ya que hay una mejor accesibilidad.

Esta predicción, obtenida con un modelo matemático pero en base a la definición previa de restricciones conceptuales y operativas, nos permite asegurar que en el año 2000 habrán 658 EACs (el 97 % de las posibles). Estas representarán el 60,8 % del total de explotaciones agrarias pero aportarán a las fábricas el 93,1 % de la leche comercializada en la zona de estudio. El número de EACs casi no aumentará más, pero al consolidarse en una producción media de unos 200.000 litros anuales, que implican unas 35-45 vacas, podemos afirmar que serán explotaciones rentables con dos activos agrarios. Por lo tanto podemos decir que la actividad agraria, basada en la producción de leche, tiene asegurada una continuidad en este tipo de zonas de montaña. Los modelos de predicción y de difusión nos muestran una estructura productiva suficientemente sólida en el contexto de una generalización de explotaciones agrarias familiares con unos mínimos de rentabilidad. Como es obvio habrá excepciones: por un lado, la lenta extinción de las EAQS que aún puede durar cincuenta años más, y, por el otro, la presencia de unas pocas EACs de grandes dimensiones.

Es, pues, un hecho que las EACs se consolidan en una área de montaña. Sin embargo, por la acusada compartimentación del espacio, estas explotaciones comerciales deben encontrarse entre unos ciertos límites. No pueden poseer una dimensión demasiado grande, ya que no existen fuentes de capitalización suficientes para realizar grandes inversiones o pagar a muchos asalariados. También hay un mínimo, ya que a medida que aumentan las economías de escala del sector, y por lo tanto se presiona sobre el precio a que vende el payés, no se podrán cubrir los costes. Por estas razones, creemos que la cifra de 200.000 litros comercializables, 35-45 vacas, 15-25 hectáreas de regadío potencial, 1-3 activos agrarios y unas ciertas actividades complementarias que optimicen el trabajo familiar (engorde de cerdos o conejos, frutales, quesos artesanales,...) marcan una referencia válida para el año 2000.

En esta línea deben valorarse los posibles efectos del «Estatuto de la leche» (B.O.E., 1981), que excluye las explotaciones con menos de 10 vacas lecheras y promoviendo asimismo las de 25 o más. También se contempla una política de

créditos que permiten un financiamiento para ampliar y mejorar el capital ganadero, las instalaciones y la maquinaria así como las condiciones de vida de la familia rural. La restricción más importante reside en disponer de un mínimo de cabezas de ganado, tierra e instalaciones en el momento de inscribirse en el registro de explotaciones lecheras. Esta iniciativa pública, de llevarse a buen fin, corrobora la consolidación de un tipo de explotación familiar rentable y competitiva.

CONCLUSIONES DEL PROCESO DE DIFUSIÓN EN EL PIRINEO CATALÁN

Realizar conclusiones teóricas es siempre arriesgado, pero creemos que ésta es una de las finalidades de toda investigación científica. En este sentido, podemos afirmar que la producción de leche en áreas montañosas, relativamente cerca de regiones densamente pobladas, puede tener un futuro esperanzador. A pesar de la gran presión del fenómeno turístico promoviendo actividades económicas terciarias, si existe una política adecuada de ordenación del territorio puede mantenerse el progreso cualitativo de las actividades del sector primario. Esto será cierto siempre que las expectativas ofrecidas por la actividad agraria hagan disminuir el coste de oportunidad de los payeses en relación a otras ocupaciones alternativas. La actividad agraria debe beneficiarse de las ventajas comparativas que le reporta la especialización en un producto comercial como la leche. De todas las actividades agrarias posibles, ésta es la que reporta una rentabilidad mayor; aunque su estructura productiva sea peor, comparada con otras zonas, es la mejor dentro de la propia zona.

En el plano metodológico, podemos concluir que hay unos modelos matemáticos que definen los diversos tipos de explotaciones agrarias. Las EAQS se desarrollan hasta que surge un nuevo tipo de explotación agraria más dinámica, y que en nuestro estudio serían las PPM. A medida que aumentan las economías de escala, definidas por los costes empresariales del sistema económico de mercado, el umbral de entrada a la viabilidad empresarial irá aumentando. Entonces se irán generando una serie de nuevos tipos de explotaciones agrarias con un comportamiento similar al de las primeras PPM en sus inicios, pero con un máximo cada vez mayor y un límite de estancamiento en la fase final también cada vez mayor.

En nuestro modelo, esta generalización se ha realizado en base a tan solo tres tipos: EAQS, PPM, y EACs. Sin embargo, podrían haber muchos tipos más como subdivisiones de las PPM. La categoría que en un período aparece como EAC, al aumentar el umbral de rentabilidad se convierte en una subcategoría avanzada de las PPM, y así sucesivamente hasta llegar a una saturación de las

posibilidades de crecimiento. Este proceso define una familia de curvas con una clara relación analítica entre ellas, que nos muestra esta transformación cualitativa (TULLA, 1982).

Hemos aceptado que este modelo tiene unas restricciones claras, que se fundamentan en la constatación de una autoexplotación del payés al alargar al máximo posible su desaparición si no se encuentra en el umbral de la rentabilidad. Asimismo, ésta es una de las fuentes más importantes de capital para hacer frente a las nuevas inversiones que le permitirán aumentar la productividad de su propio trabajo. En esta área de estudio, como ya se explicó en un anterior artículo de esta revista (TULLA, 1982), se pueden observar modelos *junker* y *farmer* de adaptación a la agricultura comercial (LENIN, 1915). El primer caso es menos frecuente, y se explica por variables externas al propio proceso ya que el capital proviene de fuera de la agricultura, es decir, de otras actividades y por las ventajas que comporta una proximidad a la frontera.

El modelo dominante, sin embargo, nos muestra unas explotaciones agrarias en las que su dimensión inicial no es muy grande, por lo que se han visto obligadas a comprar o arrendar nuevas tierras. Este es el segundo caso (la *vía farmer*), que es el más común, y en el que podemos generalizar dos etapas. En un momento decisivo se ha utilizado una fuente coyuntural de capital: la tala de un bosque, la obtención de un crédito, emplear unos ahorros, trabajar diversos miembros de la familia en otras actividades, o incluso con la venta de parcelas alejadas o poco aptas que son apetecidas para usos turísticos. Con mucha frecuencia, se han rebajado los costes de construcción al trabajar el propio payés como *paleta* o *manobre*. También se podría hablar de las ventajas indirectas del turismo al permitir que algunos familiares ejerzan en una tienda comercial o en otra actividad generadora de renta diferencial. Esta inversión «importante» permitiría construir las grandes instalaciones y la compra de maquinaria cara.

En la segunda etapa, el capital se obtendrá en la propia explotación. Se ha racionalizado el trabajo y cada vez se emplean técnicas más adecuadas. Entonces, al vender un producto que siempre tiene salida, y a un precio que permite hacer unas previsiones a medio y largo plazo, es posible comprar a crédito. Por lo tanto, las inversiones se han podido amortizar gradualmente, realizando una ampliación progresiva y selectiva del número de vacas de leche. Además, hay unas ventajas generales para toda esta zona que se derivan de los precios más elevados que en el resto del Estado español o el francés, que el payés cobra a través del «retorno cooperativo» o de la competencia entre empresas privadas y cooperativas. Retorno cooperativo que es importante, ya que al producir derivados industriales de la leche hay un mayor valor añadido. En el caso francés, estas ventajas se concretan en la política agraria de la C.E.E. para los payeses en áreas de montaña.

La estructura metodológica del modelo de difusión nos permite concluir que si conocemos unas localizaciones iniciales de EACs, con un proceso evolutivo definido, después de haber definido y concretado unas restricciones, se pueden llegar a delimitar las nuevas localizaciones de las EACs con bastante exactitud. Por esta razón, si se aplica la técnica de la simulación en un modelo de difusión, para un proceso completo, el resultado será probablemente muy exacto. HÄGERSTRAND (1965) lo demostró al realizar tres simulaciones para un mismo caso, llegando a resultados muy parecidos. Esta constatación permite predecir que los supuestos resultados para 1990 y para el año 2000 serán muy probables ya que se llega al punto de saturación.

Una de las cuestiones más discutidas en la mayor parte de los modelos matemáticos es la aceptación de un espacio isomórfico como simplificación de la realidad. En nuestra área de estudio, por sus características de montaña, hemos realizado unos supuestos limitativos a tres niveles: excluir todas las cuadrículas con limitaciones del medio físico muy acusadas, considerar solamente como posibles aquellas cuadrículas donde exista alguna entidad de población habitada en el año 1970 o 1980, y aceptar la existencia de barreras, tanto las barreras que son totalmente refractarias como las que aminoran el contacto.

El nivel de saturación es, precisamente, una de las restricciones más arriesgadas. Se ha definido una situación futura en base a las perspectivas inmediatas de aprovechamiento de los recursos. Sin embargo, un cambio drástico de la política agraria o del uso del suelo, podría invalidar, en parte, nuestras predicciones. Ahora bien, como conocemos la evolución real desde 1950 hasta 1980, que coincide básicamente con la simulada para el mismo periodo, es evidente que las predicciones de 1990 y el año 2000 serán bastante exactas.

Otro tipo de conclusión nos muestra la diferenciación del espacio dentro de la propia área estudiada. Como constatación previa, hemos comprobado que en la división comarcal aplicada en el año 1937 (GENERALITAT DE CATALUNYA, 1937) se partía la subcomarca del Baridà entre L'Alt Urgell y La Cerdanya, situación que se demuestra muy acertada a través de la simulación de las EACs, las cuales no quedan conectadas entre ambas comarcas hasta un periodo muy avanzado del proceso de difusión. Asimismo, en este proceso no se vislumbra un límite claramente definido por la frontera entre los Estados francés y español, mostrándose, por el contrario, que la planicie de La Cerdanya es una unidad geográfica bastante homogénea. También se puede observar como *les rodalies* de Organyà, Oliana y La Vansa unida a Tuixén, se consolidan como pequeñas áreas de producción lechera, dependientes del centro industrial de La Seu d'Urgell. Solamente *la rodalia* de Oliana depende cada vez más de la fábrica El Castillo de Mollerusa. El «grau» de Oliana aparece como una división económica del límite meridional de la influencia de La Seu d'Urgell. Y en este sentido se

debería recordar que *la rodalia* de Oliana se incluyó, definitivamente, en L'Alt Urgell por propia voluntad de sus habitantes, porque en los años treinta su pertenencia no quedaba clara, a pesar de llevar la leche a las fábricas de La Seu. A este nivel de análisis, también podríamos ver que La Seu d'Urgell ve aumentar su influencia jerárquica sobre el Pallars Sobirà con la creciente penetración en el mercado de recogida de la leche por parte de *Lleteries de La Seu*.

Otra conclusión espacial nos muestra las claras diferenciaciones entre la montaña y las planicies de los valles en esta área. En el año 2000, de los 188 cuadrados de la malla Lambert con una posible localización para una EAC sólo 41 no la tienen. Y de estas 41 cuadrículas sólo dos están en el fondo de los valles principales, donde, al mismo tiempo, se observa una gran intensidad de difusión. Asimismo, en las cuadrículas de montaña con explotaciones comerciales, se observa que hay una o dos que han concentrado todos los recursos, desapareciendo casi todas las pequeñas. Esta situación se presenta menos exagerada en el fondo de los valles.

BIBLIOGRAFIA

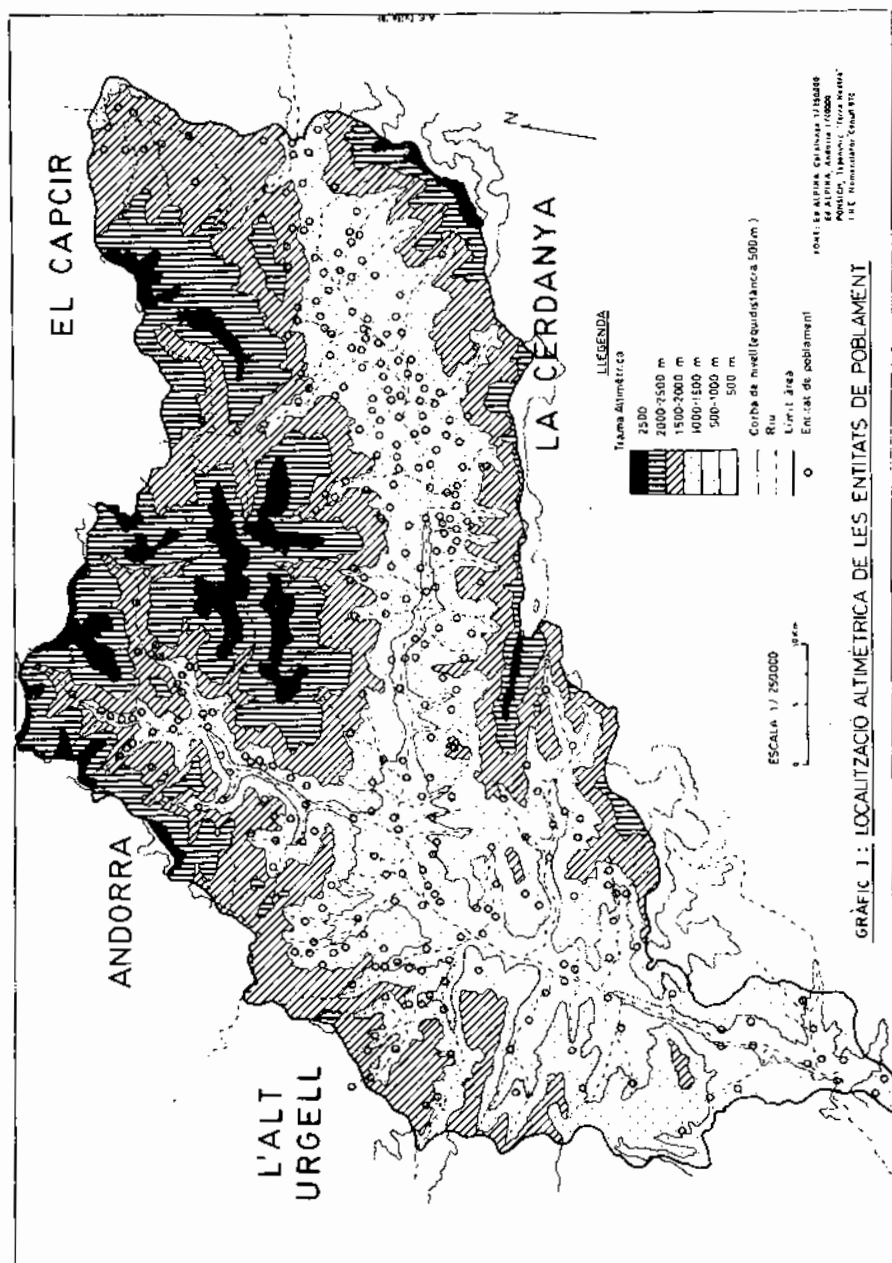
- BERRY, B.J.L., 1971, «Hierarchical Diffusion: The Basis of Development filtering and Spread in a system of Grow Centers» en ENGLISH, P.W. *et al.*, editores, *Man, Space and Environment*, Londres, 1972, Oxford University Press.
- BLALOCK, H.M., JR., 1960, *Estadística Social*, México, Fondo de Cultura Económica, 1966.
- B.O.E., 1981, «Reglamento estructural de la producción lechera», *Real Decreto 2166/1981 de 3 de julio*, Madrid, Boletín Oficial del Estado de 24-9-1981.
- BOTET i SISÓ, J., 1910, *Geografía General de Catalunya, Girona*, reproducción facsímil de la primera edición dirigida por Francesc Carreras Candi, Barcelona, Edicions Catalanes S.A., 1980.
- BOWDEN, L.W., 1965, *Diffusion of the Decision to Irrigate*, Chicago, Department of Geography Research Paper nº 97, University of Chicago, 1965.
- BRONSHTEIN, I.; SEMENDIÁEV, K., 1977, *Manual de matemáticas para ingenieros y estudiantes*, Moscú, Editorial Mir.
- BROWN, L.A., *et al.*, 1969, «Diffusion research in geography: a perspective», *Progress in Geography*, vol. I, Londres, Edward Arnold, 1971, pp. 119-157.
- CHISHOLM, M.D.I., 1957, «Regional variations in road transport costs: Milk Collection from farms in England and Wales», *Agricultural Economics Research Institute*, Oxford, University of Oxford.
- ESTÉBANEZ, J.; BRADSHAW, R.P., 1979, *Técnicas de cuantificación en geografía*, Madrid, Editorial Tebar Flores.

- GALCERAN, S., 1974, *La indústria i el comerç a Cerdanya. Estudi socio-econòmic i polític segons les «ordinacions Mustassaph»*, Premi Cristòfol Despuig 1974, Barcelona, Fundació Salvador Vives Casajuana, 1978.
- GENERALITAT DE CATALUNYA, 1937, *La Divisió Territorial de Catalunya*, Conselleria d'Economia, Generalitat de Catalunya. Edició del Congrés de Cultura Catalana, Barcelona, Editorial Seix Barral, 1977.
- GOULD, P., 1969, «Spatial Diffusion: Meshing space and time», a ABLER, ADAMS, GOULD, *Spatial Organization*, Londres, Prentice-Hall, 1972.
- GRUP D'ESTUDIS DE L'ALT URGELL, 1977, *La Seu d'Urgell 1976. La seva realitat socio-econòmica des d'una perspectiva comarcal*, Barcelona, Servei d'Estudis de Banca Catalana.
- HAGERSTRAND, T., 1952, *The propagation of innovation waves*, Serie B Human Geography, 4, Lund, Glemp, Lund Studies in Geography.
- , 1953, *Diffusion of Innovations*, publicado por ALLAN PRED, Chicago, The University of Chicago Press, 1968.
- , 1965, «On Monte Carlo Simulation of Diffusion», *European Journal of Sociology*, VI, pp. 43-67.
- , 1966, «Aspects of the Spatial Structure of Social Communication and the Diffusion of Information», *Papers of the Regional Science Association*, XVI.
- HAGGETT, P. et al., 1965, *Locational Analysis in Human Geography*, Segunda edición, Londres, Edward Arnold, 1977.
- JOHNSTON, R.J., 1978, *Multivariate statistical analysis in geography. A primer on the general linear model*, Londres, Longman, 1980 (paperback).
- LENIN, V.I., 1915, *El programa agrario de la socialdemocracia en la primera revolución rusa (1905-1907)*, Madrid, Ayuso editores, 1975.
- MACKAY, J.R., 1958, «The Interactance Hypothesis and Boundaries in Canada: A Preliminary Study», *The Canadian Geographer*, XI, pp. 1-8.
- MORRILL, R.I., et al., 1967, «Marriage, Migration, and the Mean Information Field: A Study in uniqueness and generality», *Annals*, vol. 57, Association of American Geographers, 1967.
- PYLE, G.F., 1969, «The Diffusion of Cholera in the United States in the Nineteenth Century», *Geographical Analysis*, vol. I, pp. 59-75, Ohio, Ohio State University Press, 1969, pp. 59-75.
- PUYOL, R.; ESTÉBANEZ, J., 1976, *Análisis e interpretación del mapa topográfico*, Madrid, Editorial Tebar Flores, 1978².
- RAMOS FERNÁNDEZ, A. (ed.), 1979, *Planificación física y ecología. Modelos y métodos*, Madrid, Biblioteca Universitaria, Editorial Magisterio Español, S.A.
- REBES GOMA, B., 1962, «Actualidad del cooperativismo en el campo», *Producción rural*, Barcelona, febrero 1962.
- ROCAFORT, C., 1911, *Geografía General de Catalunya, Lleida*, reproducción facsímil de la primera edición dirigida por Francesc Carreras Candi, Barcelona, Ediciones Catalanes S.A., 1980.
- SAUER, C.O., 1952, *Agricultural origins and dispersals*, New York, American Geographical Society, 1952.
- SILK, J., 1979, *Analysis of covariance and comparison of regression lines*, Concepts and techniques in modern geography n° 20, Study group in quantitative methods of the I.B.G., Norwich, University of East Anglia, Geo-Abstracts.
- TARRANT, J.R., 1974, *Agricultural Geography*, Plymouth, David and Charles: Newton Abbot.
- TAYÀ, R., 1972, «Sobre la intervenció estatal i el creixement industrial a Espanya de 1939 a 1966», a ARTAL, F., et al., *Economia crítica: una perspectiva catalana*, Barcelona, Edicions 62.
- THOMAS, R.W.; HUGGETT, R.J., 1980, *Modelling in geography. A mathematical approach*, Londres, Harper & Row.
- TIDSWELL, W.V.; BARKER, S.M., 1971, *Quantitative methods. An approach to socioeconomic geography*, University Tutorial Press Ltd.

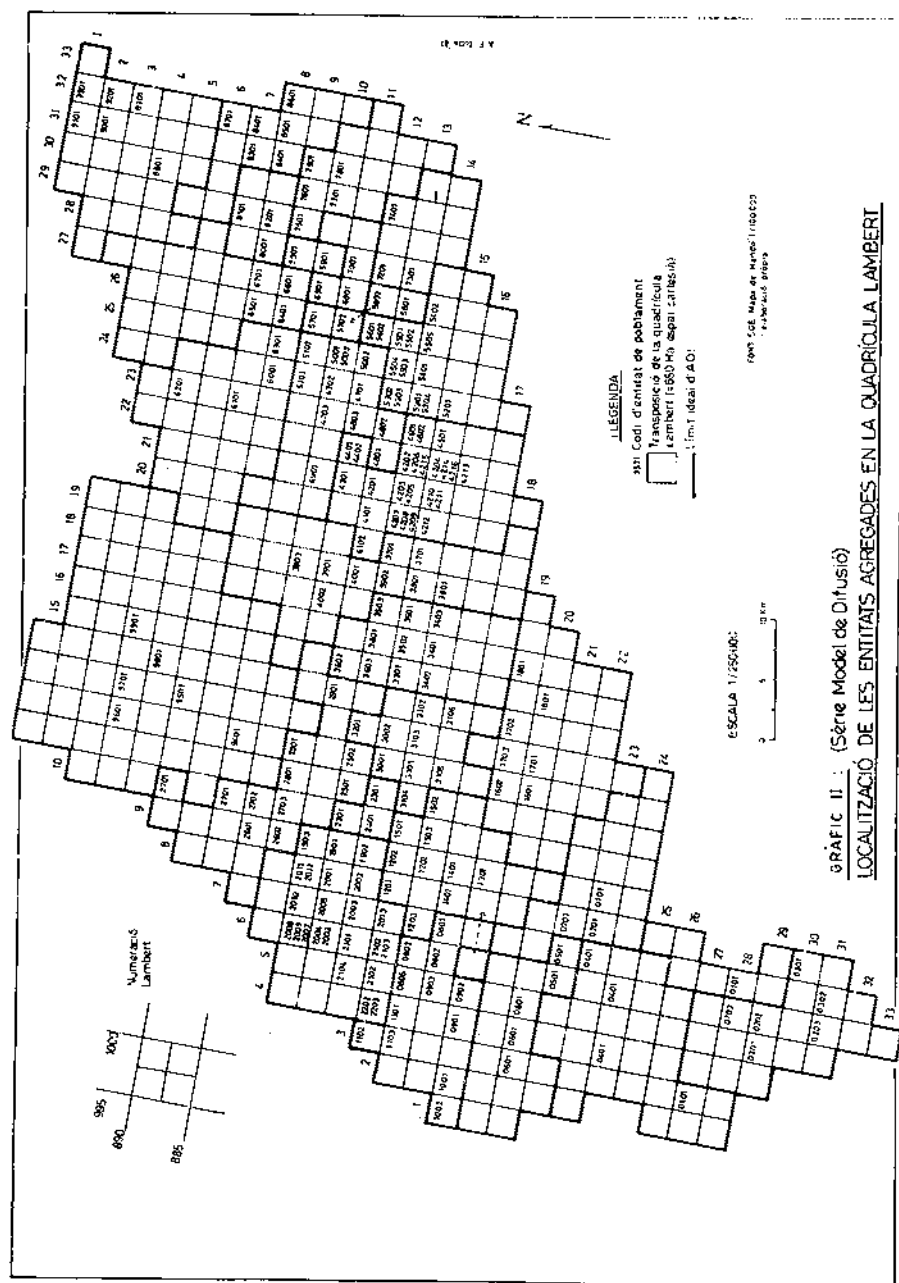
- TORRENT I MOLLEVI, M., 1979, *Bovinotecnia lechera y cárnica*, 2 volúmenes, Barcelona, Editorial Aedos.
- TUILLA I PUJOL, A.F., 1977, «Les deux Cerdagnes. Exemple de transformations économiques asymétriques de part et d'autre de la frontière des Pyrénées», *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, Tome 48, fascicule 4, Tolosa de Llenguadoc, Université de Toulouse, octobre 1977.
- , 1981, *Procés de transformació agrària en àrees rurals de muntanya. Les explotacions de producció lletera com a motor de canvi a les comarques de La Cerdanya, El Capcir, L'Alt Urgell i El Principat d'Andorra*. Tesis doctoral xerocopiada, Bellaterra, Departament de Geografia, Facultat de Lletres, Universitat Autònoma de Barcelona.
- , 1982, «Una tipologia de transformació agrària en àrees de muntanya», *Documents d'Anàlisi geogràfica*, 1, Bellaterra, Publicacions del Departament de Geografia, Universitat Autònoma de Barcelona, pp. 107-139.
- VILA, P., 1926, *La Cerdanya*, Barcelona, Editorial Barcino.

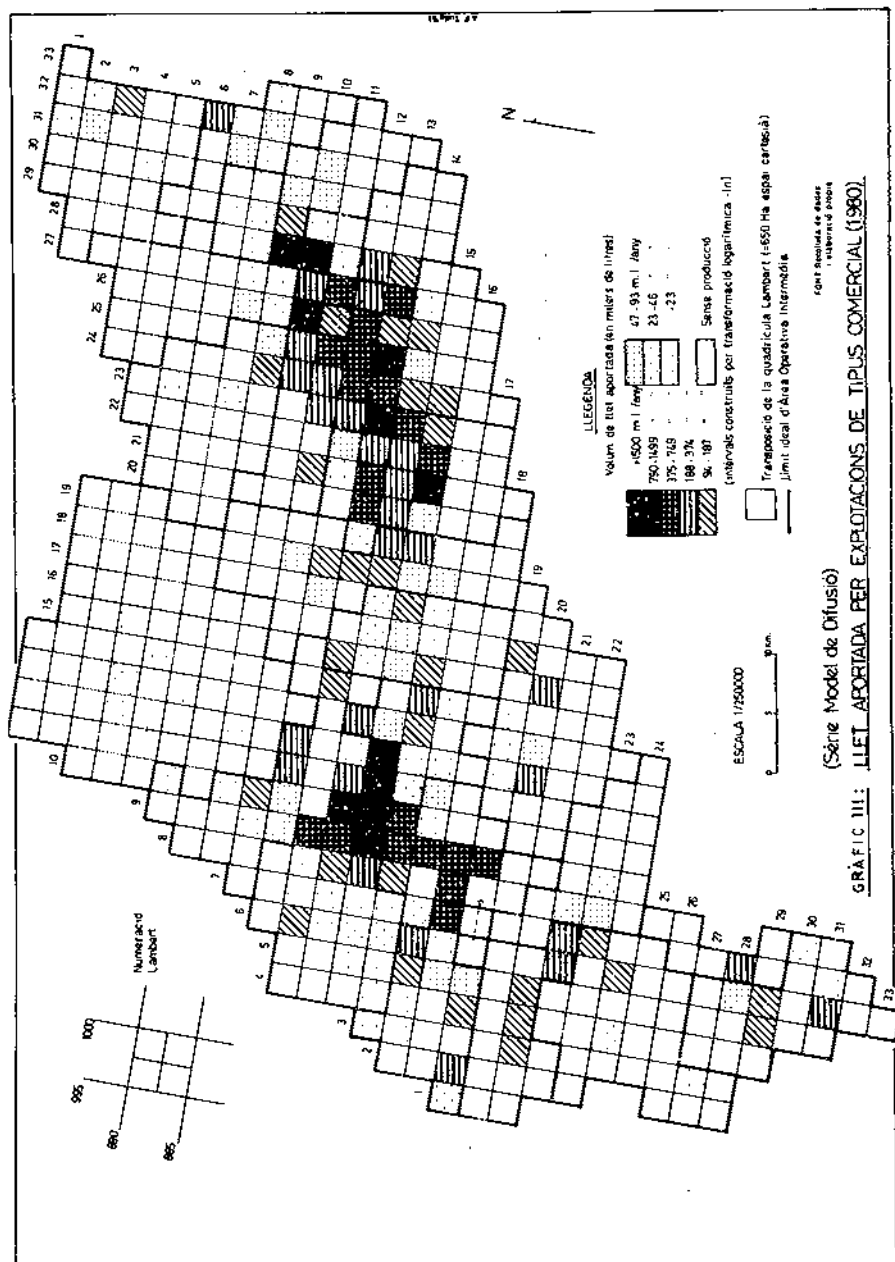
Índice de gráficos

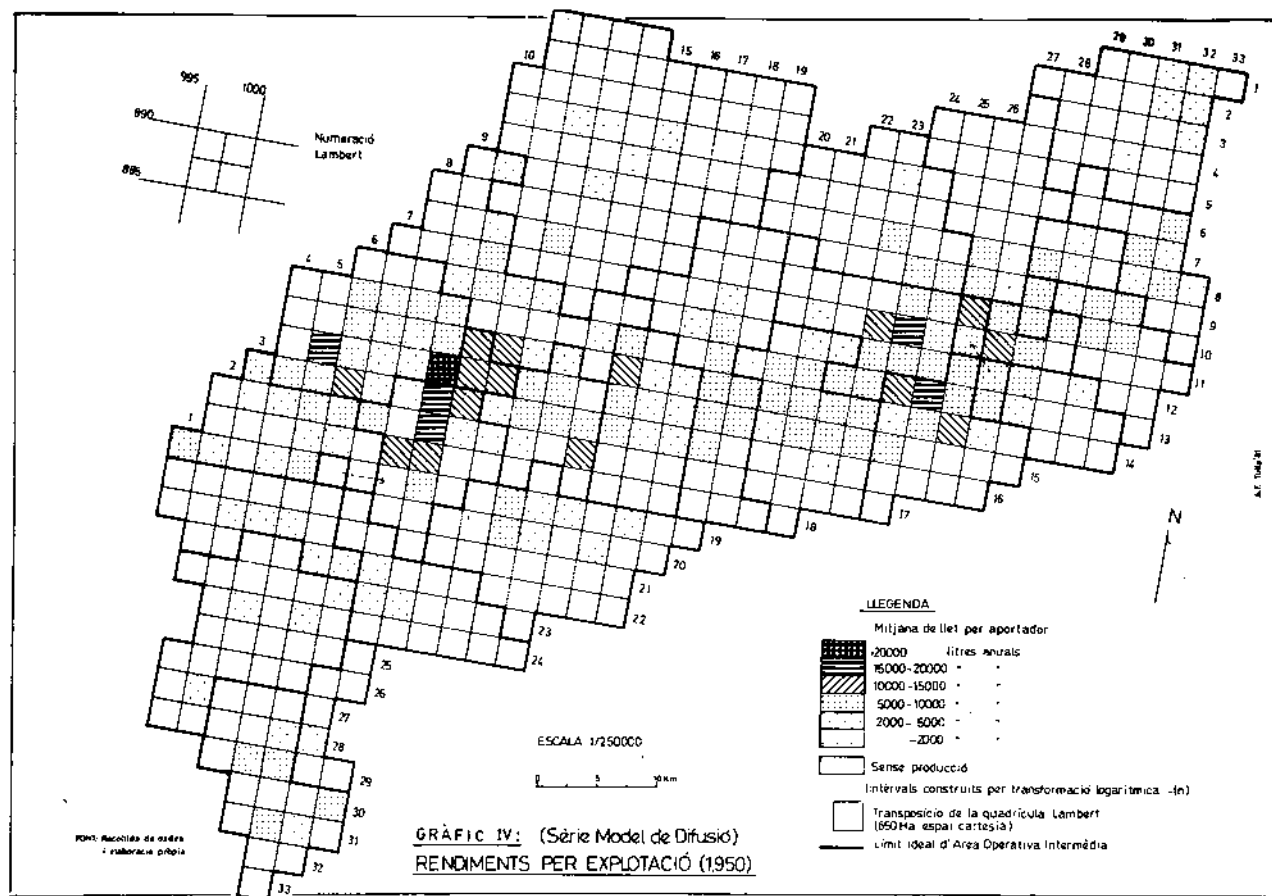
- I: Localización altimétrica de las entidades de población.
- II: Localización de las entidades agregadas en la cuadrícula Lambert.
- III: Leche aportada por explotaciones de tipo comercial, año 1980.
- IV: Rendimientos, en litros de leche, por explotación (1950).
- V: Rendimientos, en litros de leche, por explotación (1980).
- VI: Superficie potencial de regadío: prados y cultivos forrajeros (1978/1980).
- VII: Accesibilidad relativa a la red de recogida de la leche (1980).
- VIII: Altitudes medias.
- IX: Pendientes relativas.
- X: Distribución probabilística de nuevas explotaciones agrarias comerciales.
- XI: Número de explotaciones de tipo comercial (año 1950).
- XII: Número de explotaciones de tipo comercial (año 1960).
- XIII: Número de explotaciones de tipo comercial (año 1965).
- XIV: Número de explotaciones de tipo comercial (año 1970).
- XV: Número de explotaciones de tipo comercial (año 1975).
- XVI: Número de explotaciones de tipo comercial (año 1980).
- XVII: Número de explotaciones de tipo comercial (año 1990).
- XVIII: Número de explotaciones de tipo comercial (año 2000).
- XIX: Evolución del gradiente distancia-tiempo en las localizaciones de nuevas explotaciones de tipo comercial.
- XX: Modelos generales de las funciones que expresan la evolución de leche aportada por tipos de explotación.
- XXI: Funciones matemáticas que representan la evolución de leche aportada por tipos de explotación.
- XXII: Volumen de leche aportada en el conjunto del área estudiada.
- XXIII: Volumen de leche aportada en L'Alt Urgell meridional.
- XXIV: Volumen de leche aportada en L'Alt Urgell septentrional.
- XXV: Volumen de leche aportada en La Cerdanya meridional.
- XXVI: Volumen de leche aportada en La Cerdanya septentrional.

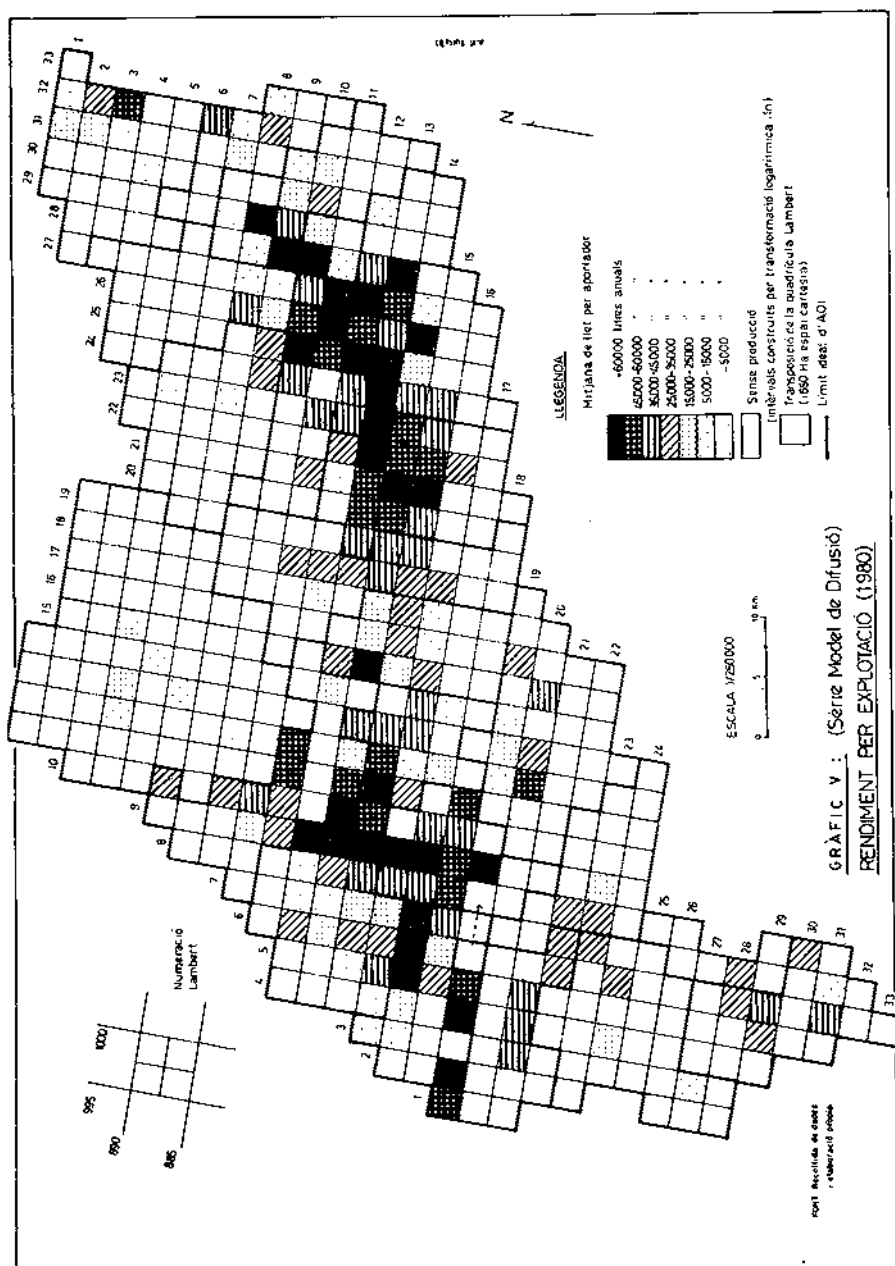


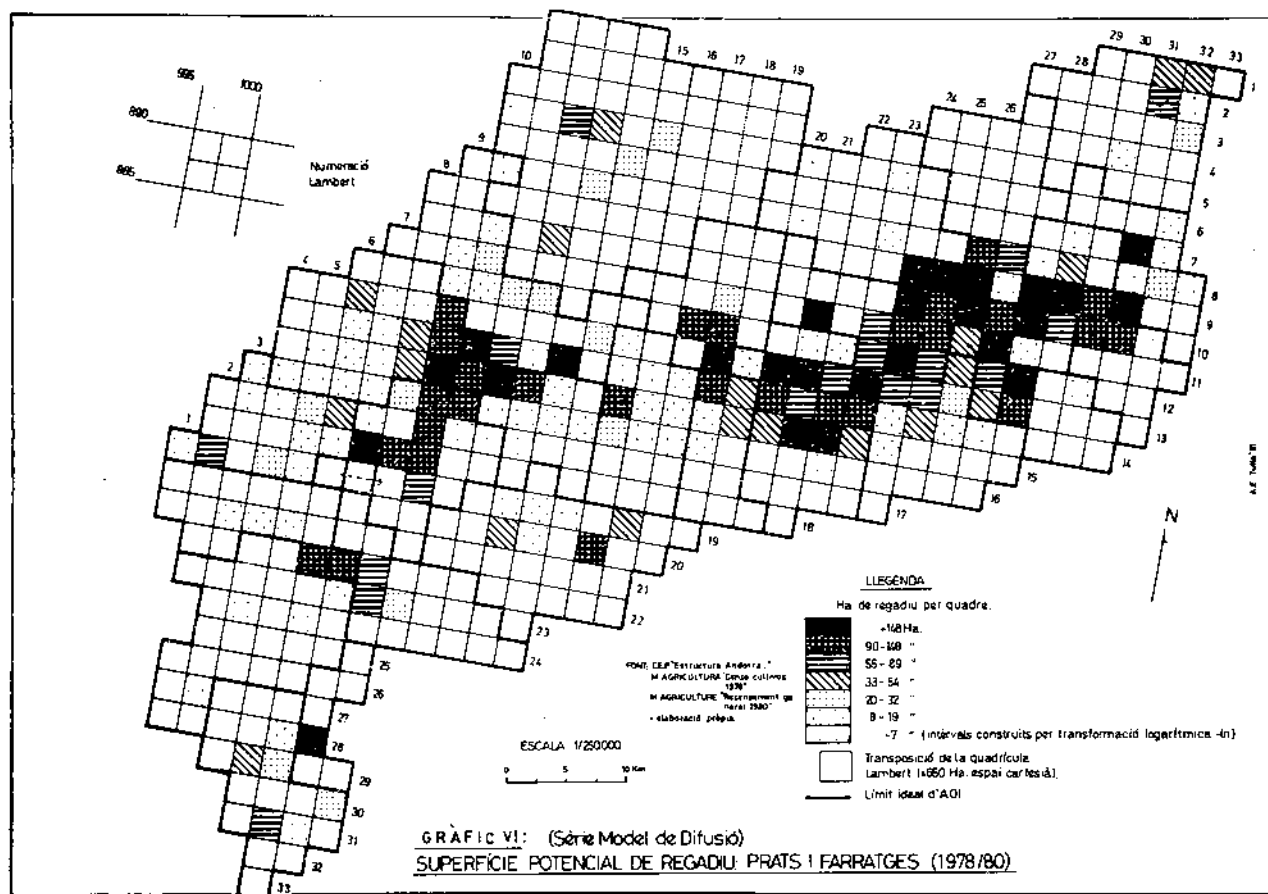
GRÀFIC 1: LOCALITZACIÓ ALTIMÈTRICA DE LES ENTITATS DE POBLAMENT

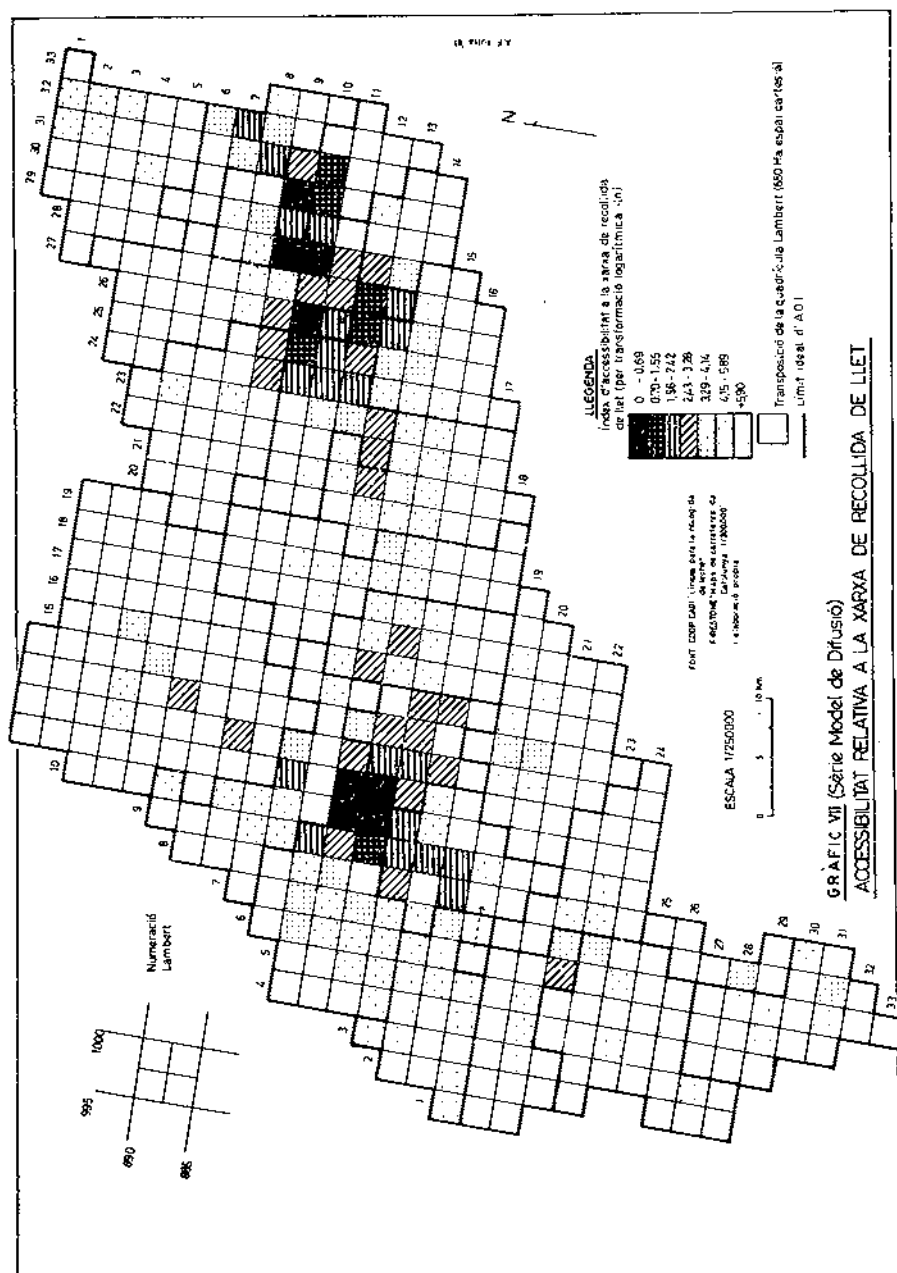


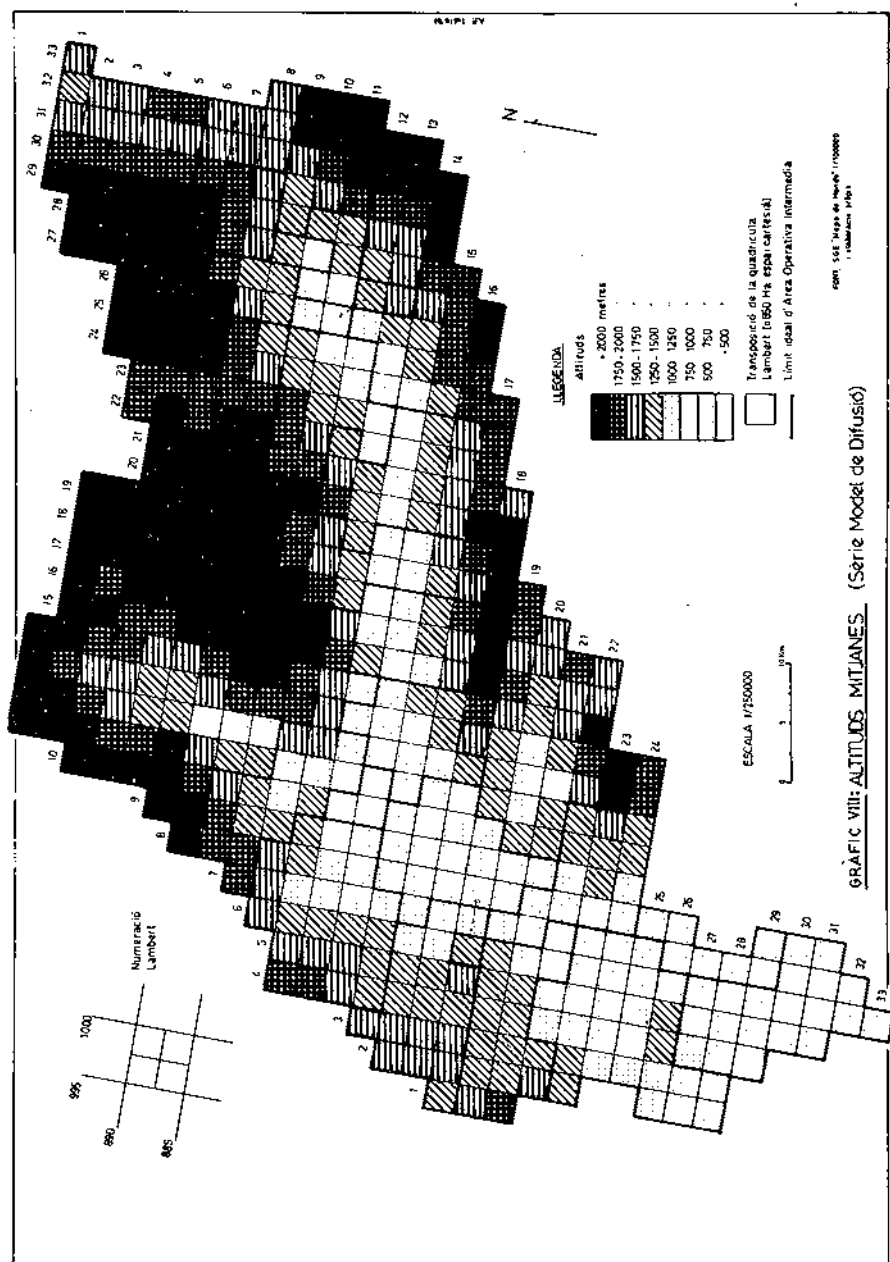




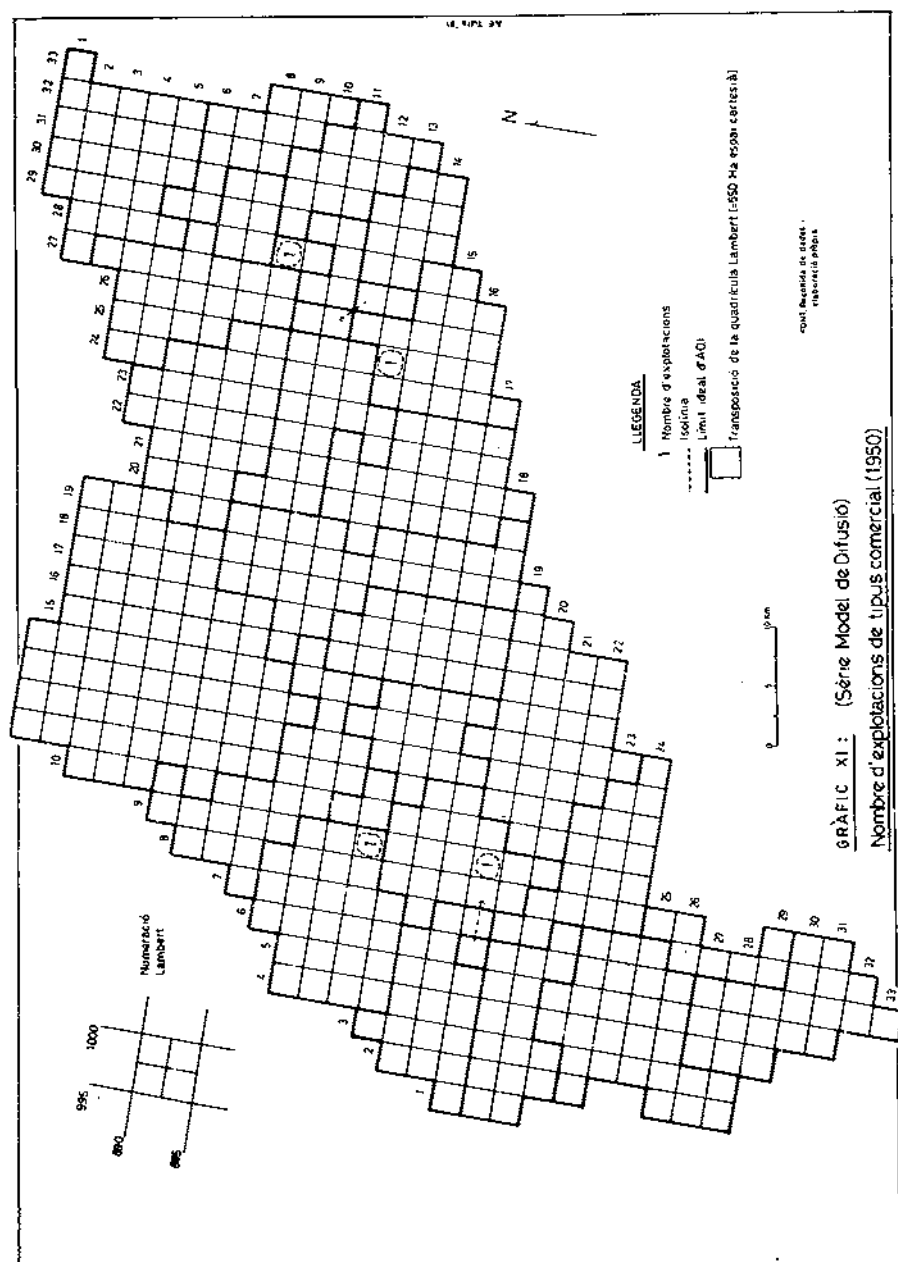


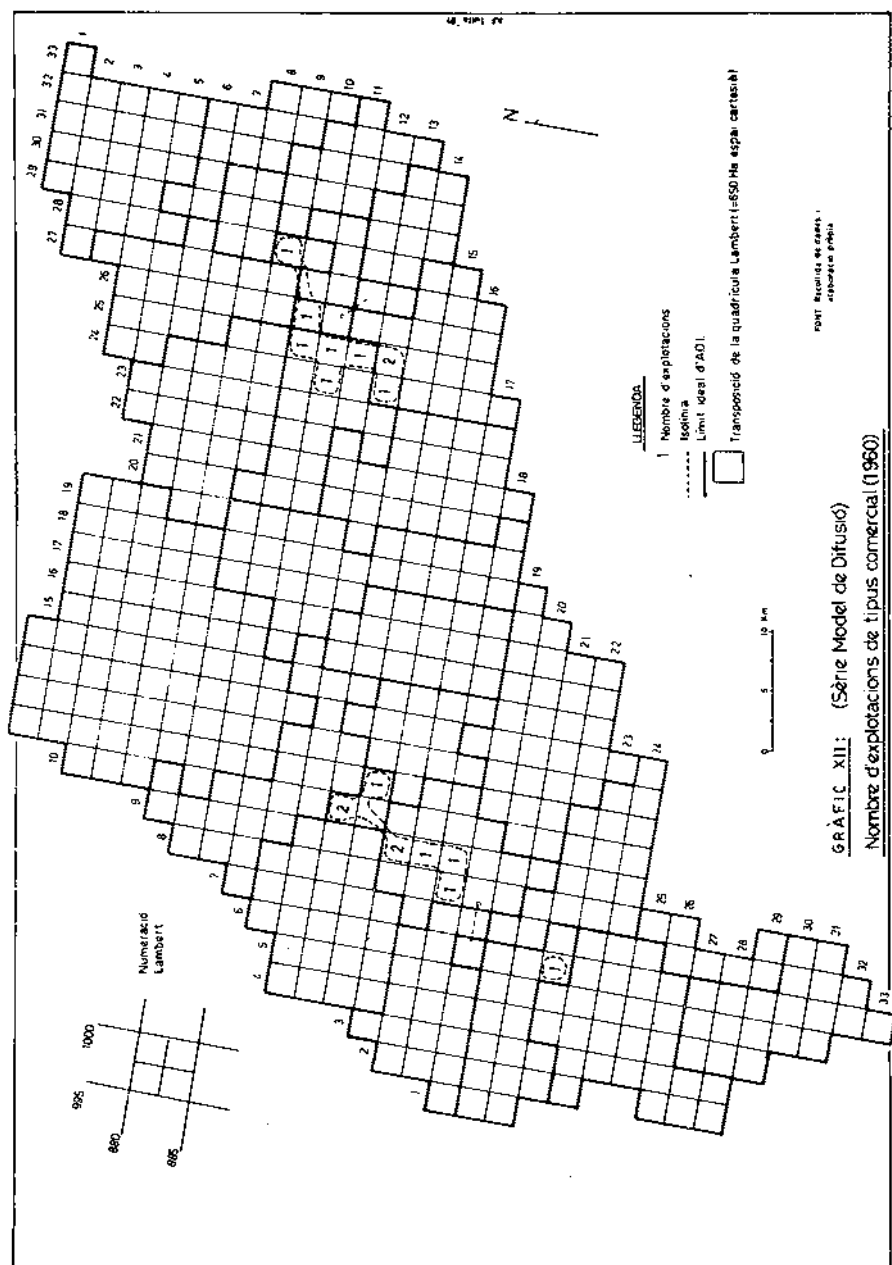


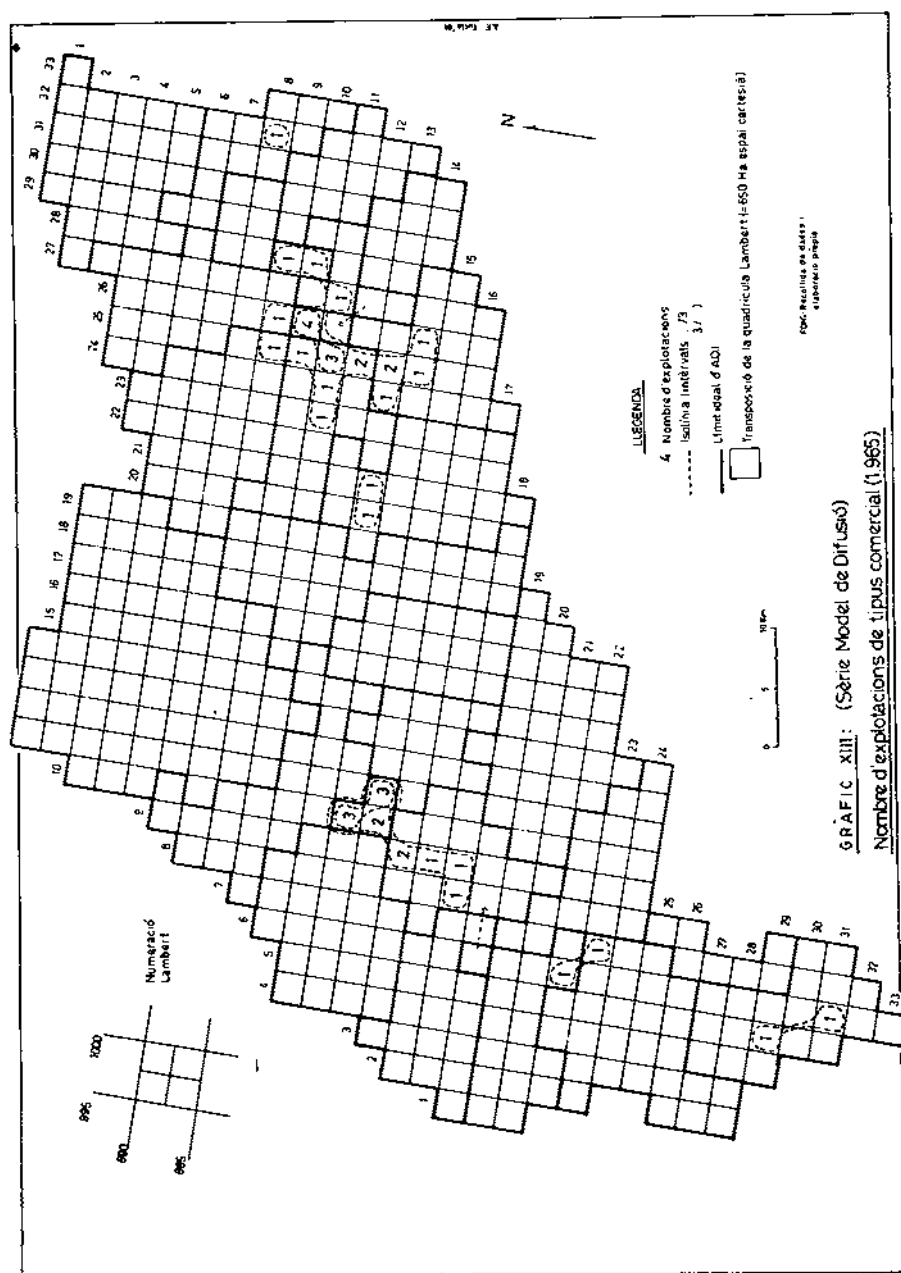


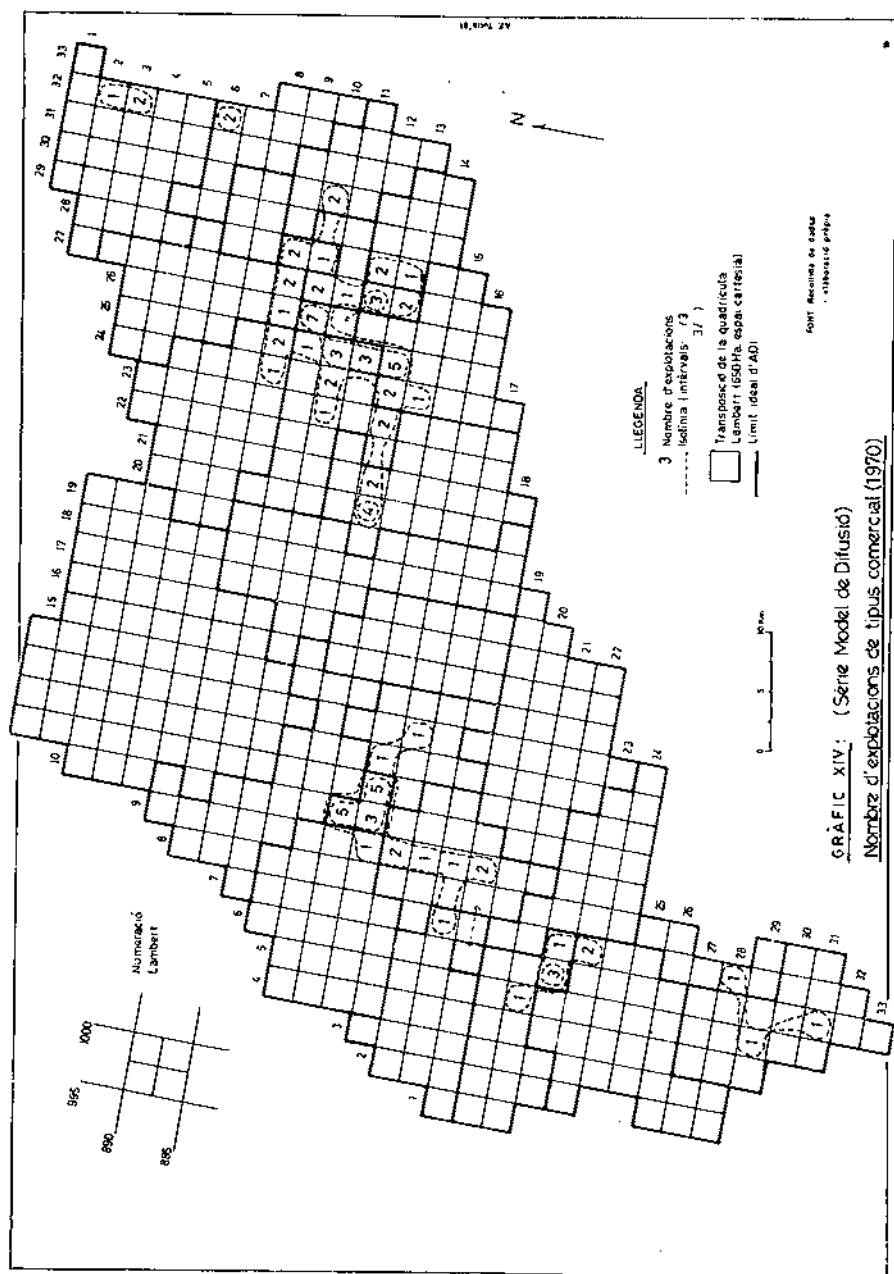


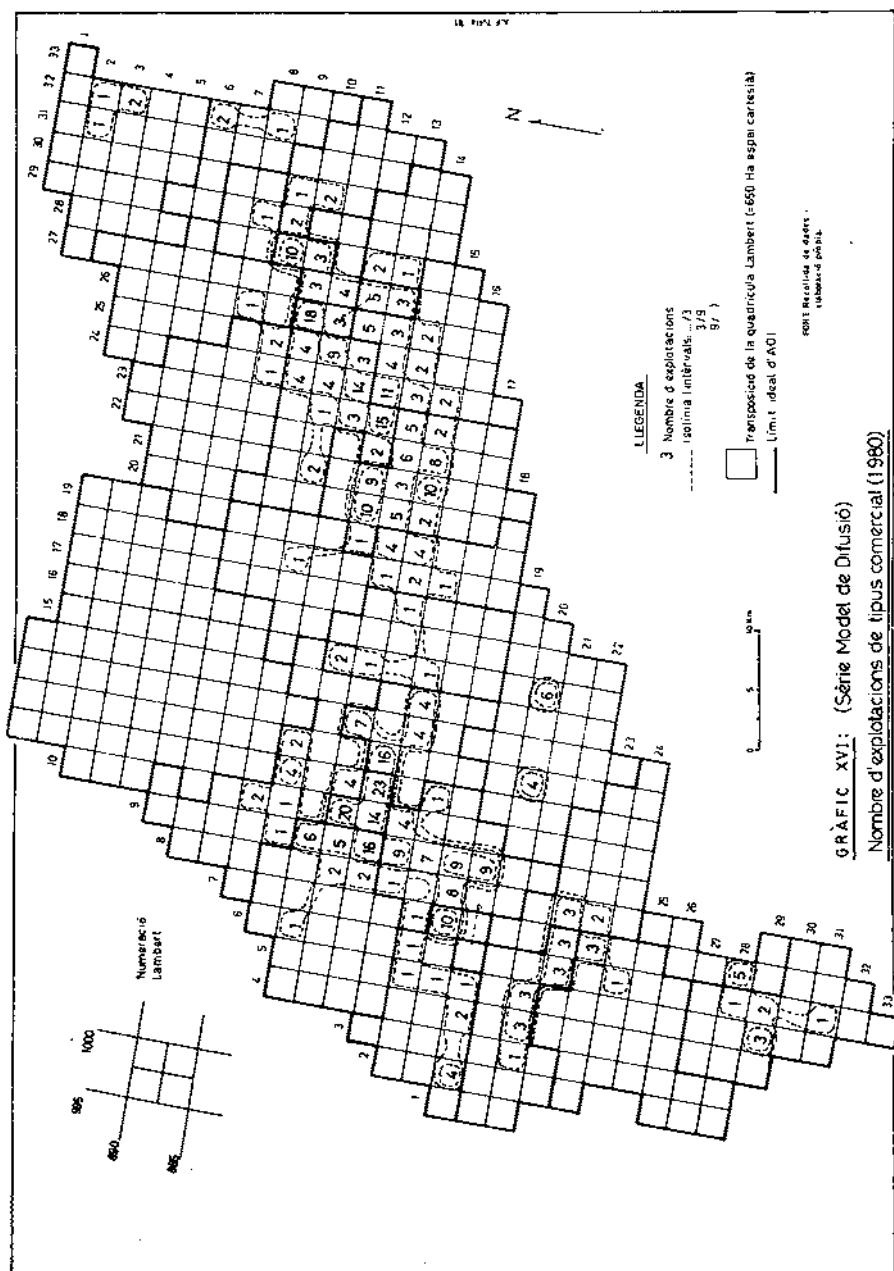


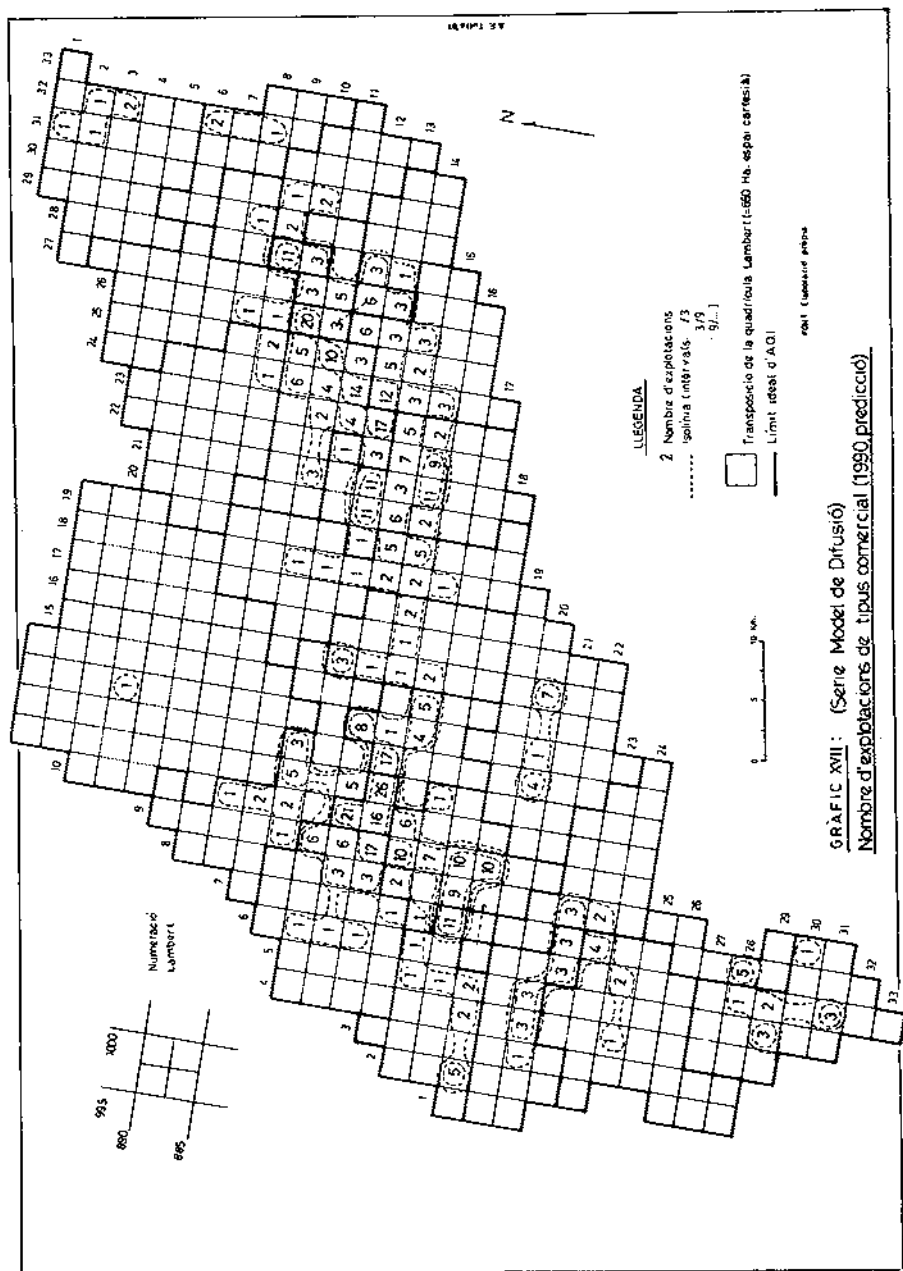




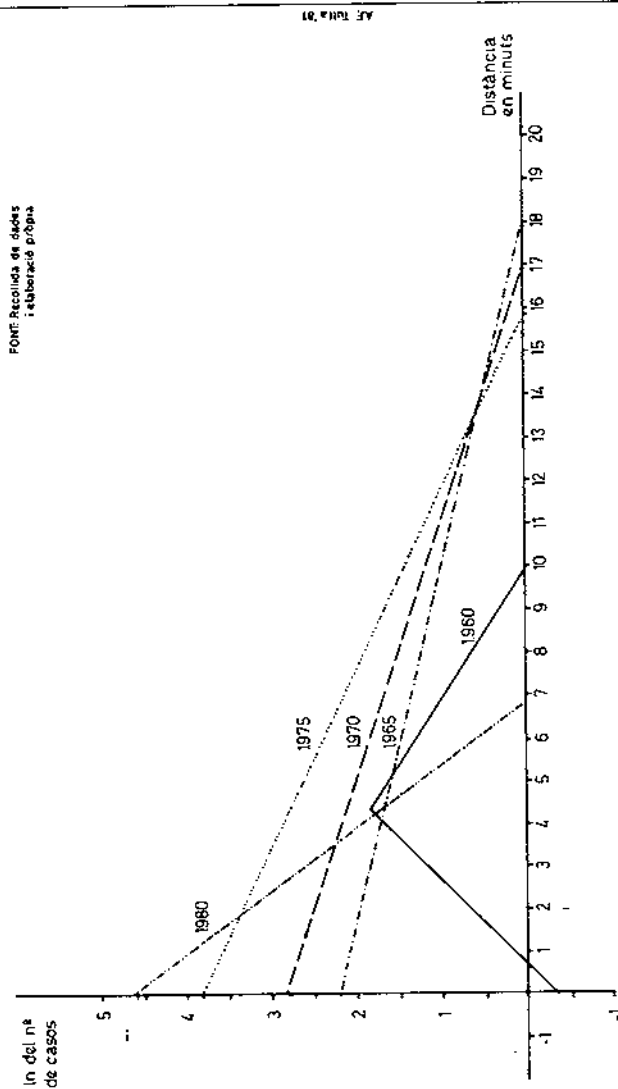




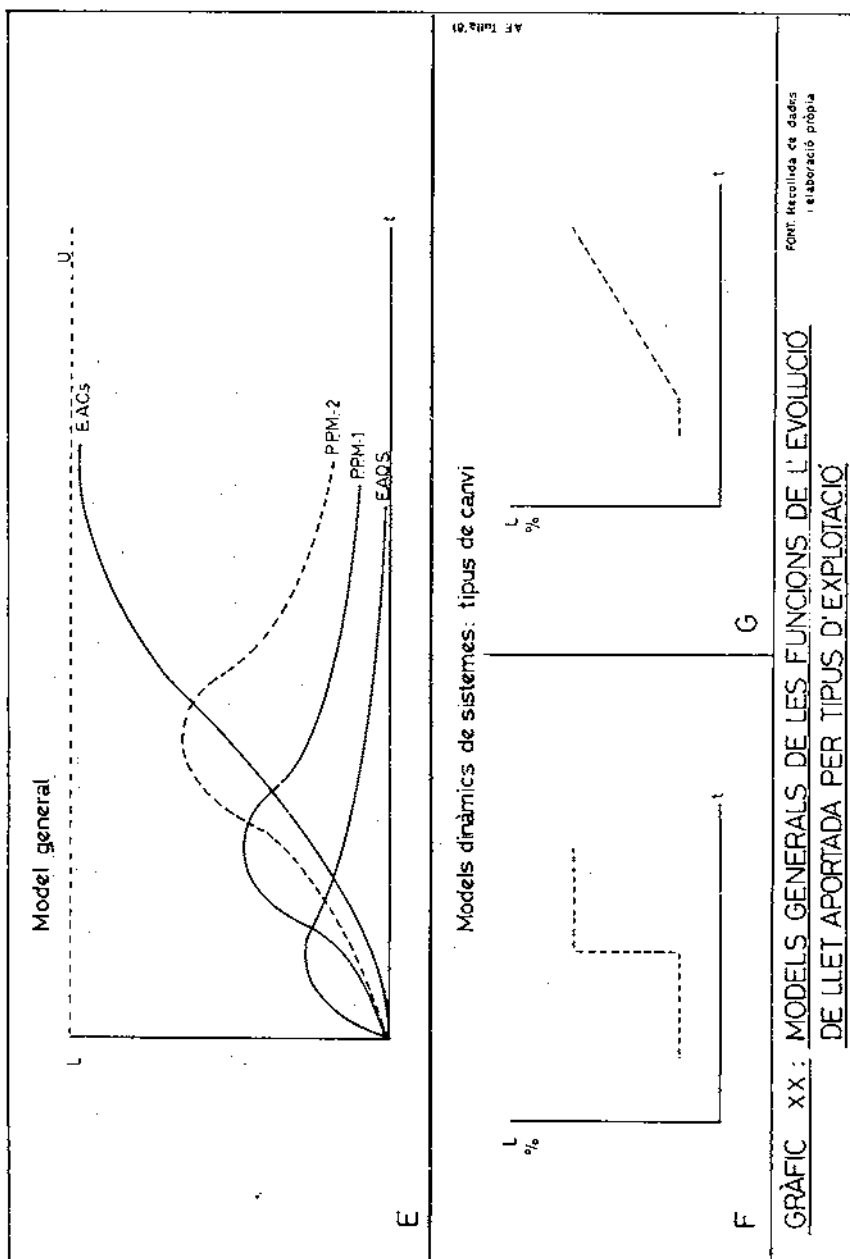


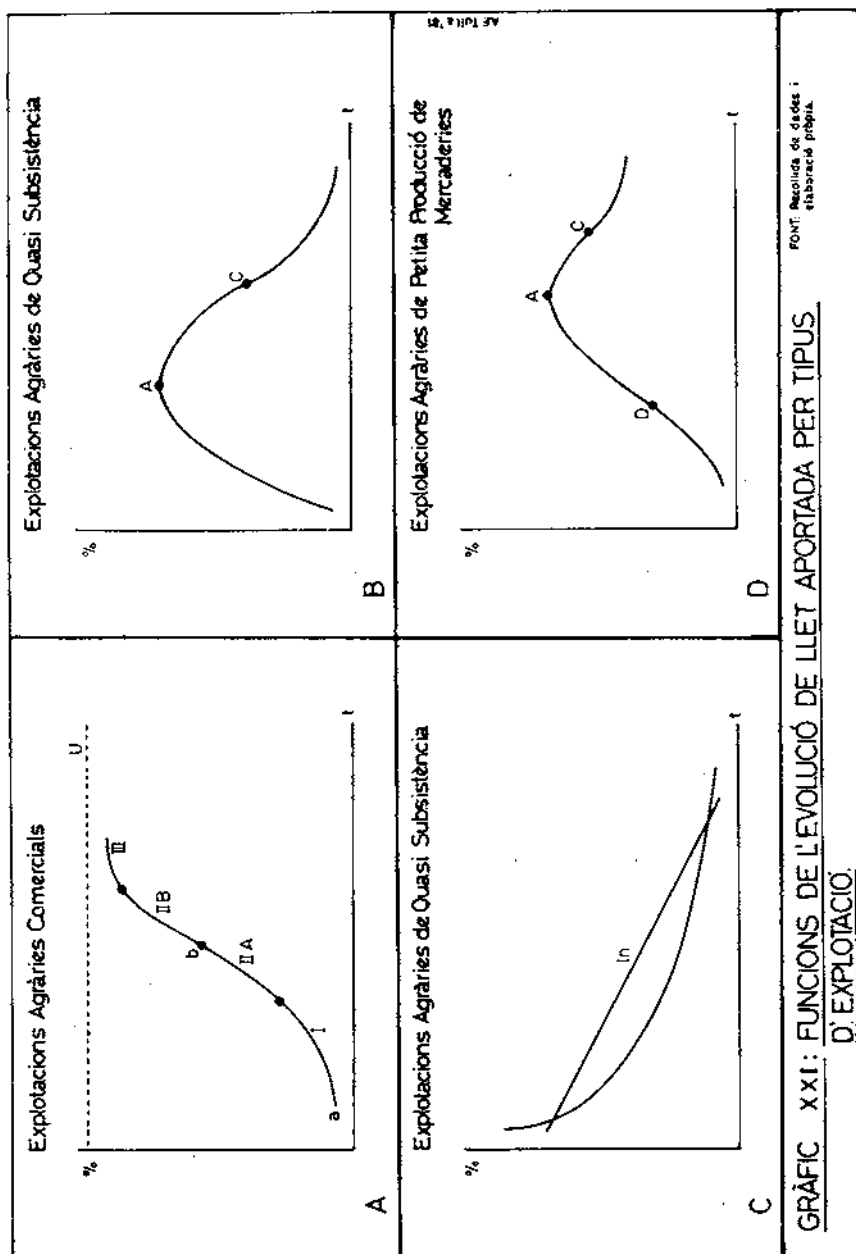






GRÀFIC XIX : EVOLUCIÓ DEL GRADIENT DISTÀNCIA TEMPS EN LES LOCALITZACIONS DE NOVES EACS

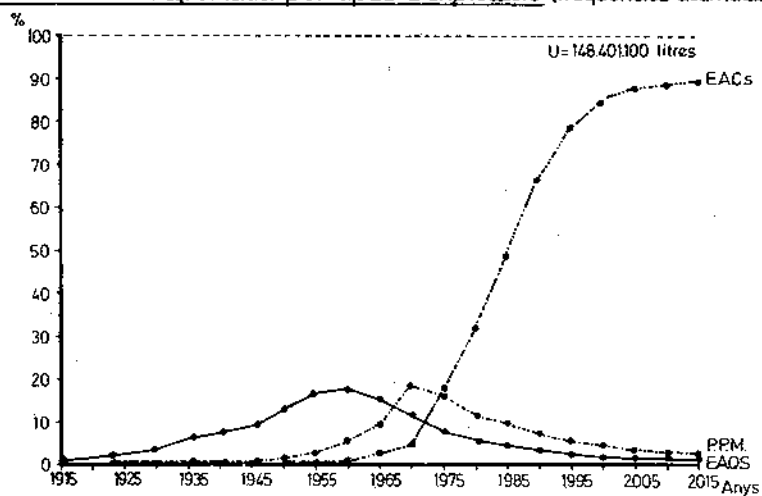




FONT: Recolida de dades i elaboració pròpia.

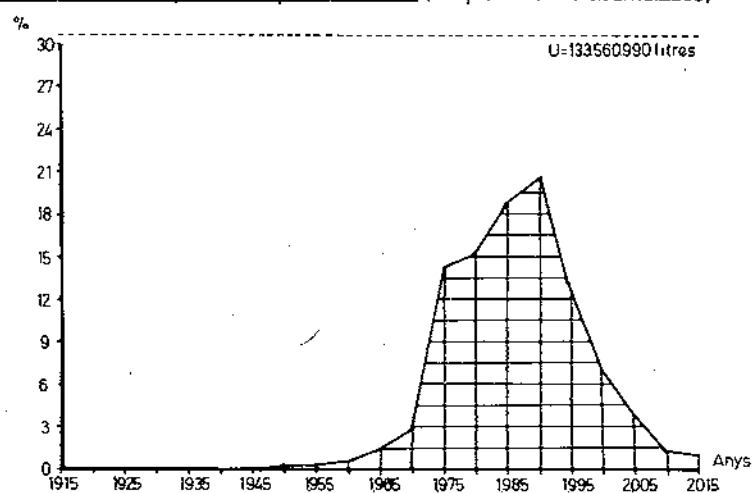
GRÀFIC XXI: FUNCIONS DE L'EVOLUCIÓ DE LLET APORTADA PER TIPUS D'EXPLOTACIÓ.

Volum de llet aportada per tipus d'explotació (freqüències acumulades)



FONT: Recollida de dades i elaboració pròpia

Volum de llet aportada per E.A.C.s (freqüències no acumulades)

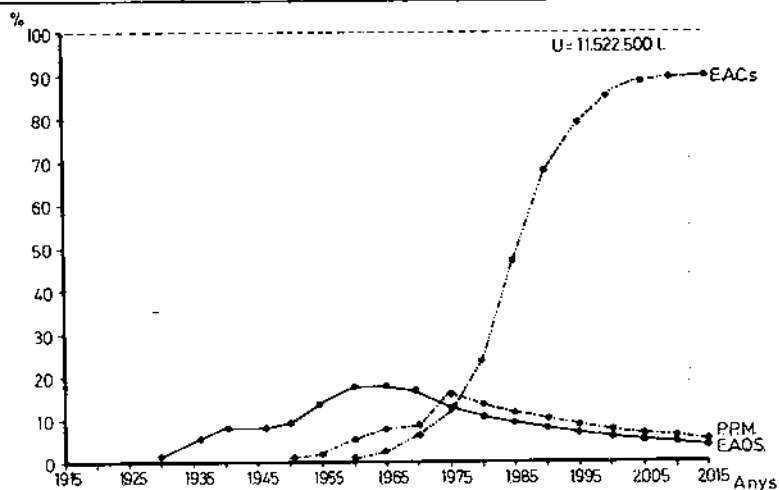


A.F. Tullia '81

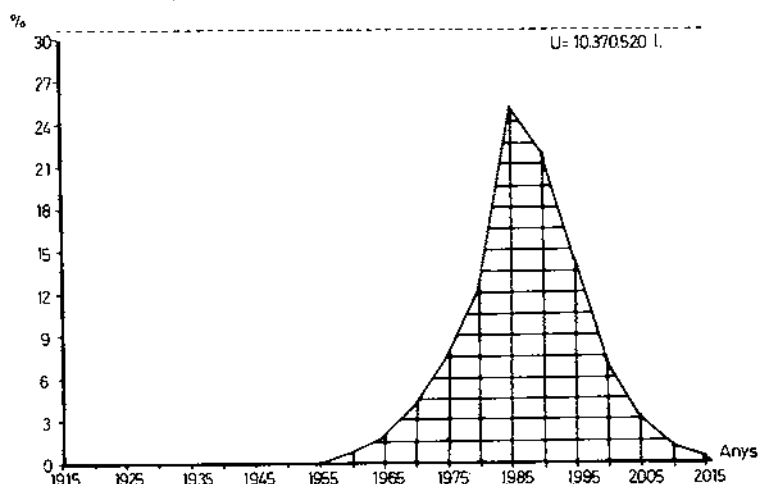
GRÀFIC X X11 :

CONJUNT DE L'ÀREA D'ESTUDI

Volum de llet aportada per tipus d'explotació (freqüències acumulades)

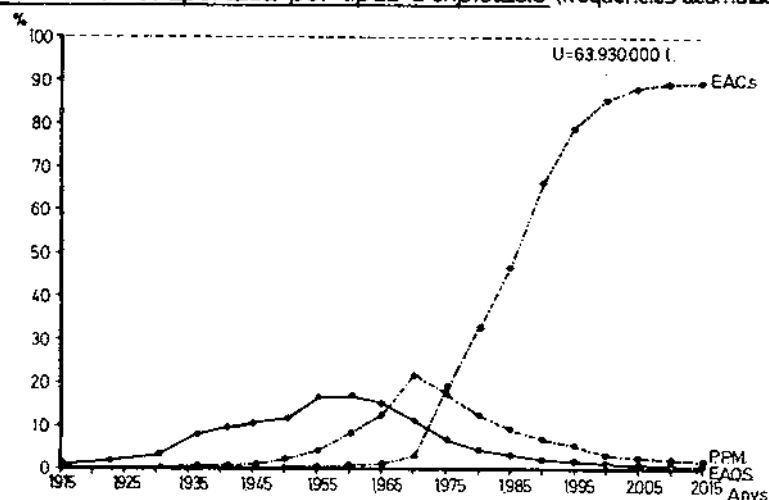


Volum de llet aportada per E.A.C.s (freqüències no acumulades)



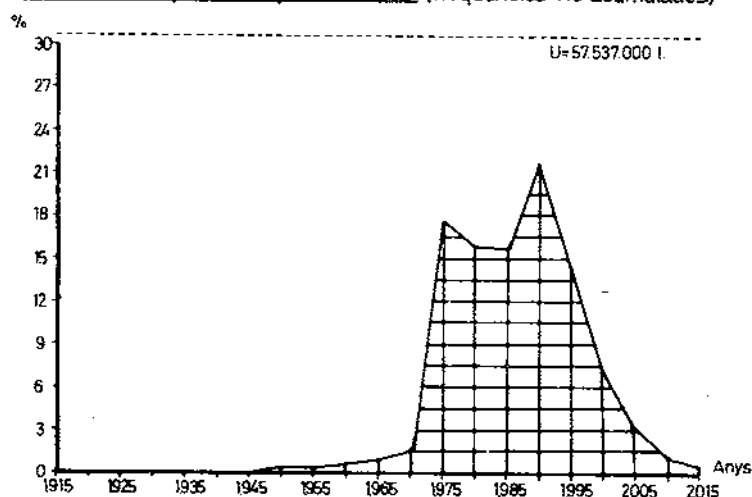
GRÀFIC XXIII :
ALT URGELL SUD

Volum de llet aportada per tipus d'explotació (freqüències acumulades)



FONTE: Recollida de dades i elaboració pròpia

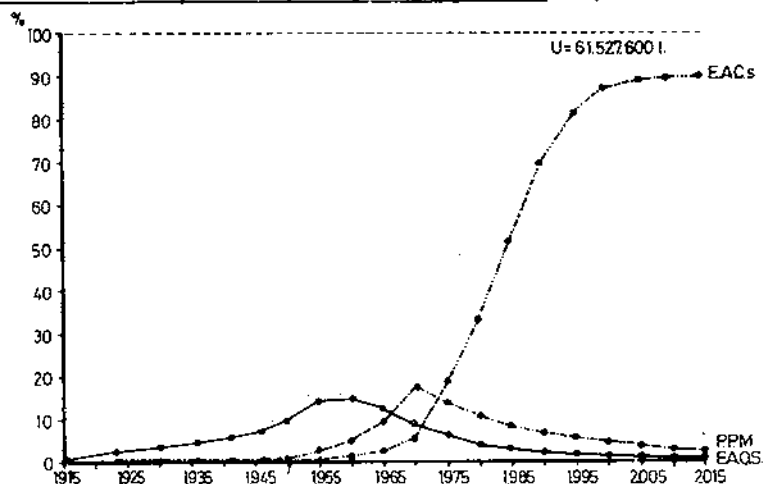
Volum de llet aportada per EACs (freqüències no acumulades)



AF Tullà 91

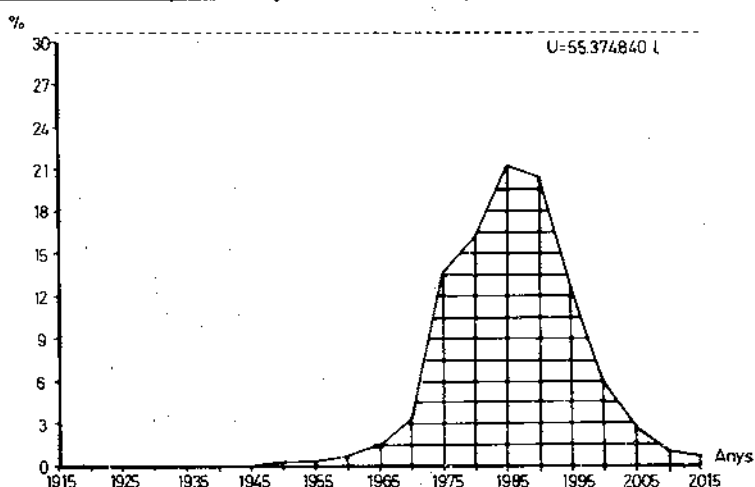
GRÀFIC XXIV :
ALT URGELL NORD

Volum de llet aportada per tipus d'explotació (freqüències acumulades)



FONT: Recollida de dades i elaboració pròpia

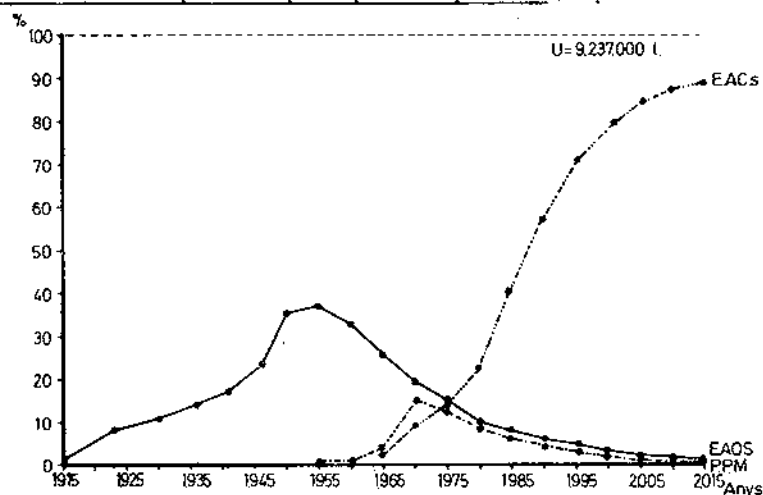
Volum de llet aportada per E.A.C.s (freqüències no acumulades)



A.F. Tuita 81

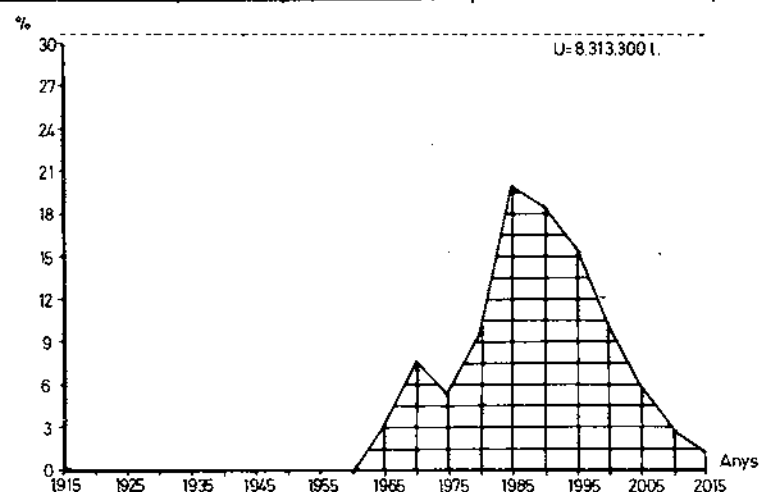
GRÀFIC XXV :
CERDANYA SUD

Volum de llet aportada per tipus d'explotació (freqüències acumulades)



FONT: Recollida de dades i elaboració pròpia

Volum de llet aportada per E.A.C.s (freqüències no acumulades)



A.F. Tulla 81

GRÀFIC XXVI :
CERDANYA NORD